Über den Einfluss der mittleren Windrichtung auf das Verwachsen der Gewässer nebst Betrachtung anderer von der Windrichtung abhängiger Vegetations-Erscheinungen im Ostbalticum

von

Mag. Johannes Klinge,
Privatdocent der Botanik an der Universität Dorpat.

Mit 3 Holzschnitten.

März 1889.

Inhalts-Übersicht.

IV. Das »Bär'sche Gesetz« und das seitliche Weiterrücken der Flussläufe.
Das Weiterrücken der Flussläufe unterliegt hauptsächlich dem Einflusse der mittleren Windrichtung, nicht der Erdrotation.

V. Einfluss der mittleren Windrichtung auf vegetative Erscheinungen.
Geneigte Haltung und Bildung excentrischer Jahresringe der Bäume.
Windseitiges Anfliegen von Fortpflanzungsgliedern.
Besiedeln von SW-Abhängen der Hügel mit einer hygrophilen und der NE-Abhänge mit einer xerophilen Flora.
Standortsverhältnisse der subborealen Florenelemente.

Windseitiges Verwachsen der Gewässer, allgemein.

Alle auf der Erdoberfläche einen Spiegel zeigenden Gewässer verwachsen. Teiche, Seen, Flüsse, Meere verwachsen nicht nur in dem weitesten Sinne des Wortes, indem ihre Betten und Becken allmählich durch anorganische Zufuhrteilchen und Sinkstoffe oder durch Reste abgestorbener tierischer und pflanzlicher Organismen ausgefüllt werden, sondern sie sind auch den stetigen Angriffen lebender Organismen ausgesetzt, die den Kampf mehr oder weniger erfolgreich gegen eine Wasseransammlung führen, um ein neues und geeignetes Substrat für vollkommnere Neubildungen derselben Vegetationsformation herzustellen, und gleichzeitig neue Erdrindenbildungen zu erzeugen. Je kleiner und je seichter eine solche Wasseransammlung ist, um so schneller und energischer wird sich diese Umwandlung vollziehen. In kürzerer Zeit wird stagnierendes oder nicht bewegtes Wasser durch Pflanzensubstanz ausgefüllt werden, als bewegtes Wasser, welches das Bestreben hat, die an Ort und Stelle durch die Vegetation erzeugten Reste und Massen von dem Entstehungsorte fortzutragen und dieselben an geeigneteren Plätzen abzusetzen, was je nach dem Grade der Bewegungsgeschwindigkeit in höherem oder geringerem Maße erzielt wird.

Die Ausgangspunkte des Verwachsens sind in den meisten Fällen vorgezeichnet und finden sich an solchen Stellen der Gewässer, die nicht zu tief sind und dort, wo keine Störungen im Fortschreiten des Verwachsens durch zu heftige Wellen und durch zu starke Strömungen stattfinden können. Aber auch unter der Herrschaft der Wellen und der Strömungen gedeihen im Wasser viele Pflanzenarten, die, mit ihren Wurzeln oder Rhizoiden im Untergrunde haftend, vegetieren, nicht aber immer ihre abgestorbenen Reste zwischen sich aufspeichern und auf den Resten neuen Arten Platz zu schaffen vermögen; sie sind nichtsdestoweniger Vorposten einer späteren, unter günstigeren Verhältnissen auftretenden Massenvegetation, die in der Folge, wenn auch spät, auftritt.

Die Stellen eines Gewässers, an welchen ungestört und in der mannigfaltigsten Weise je nach dem Substrat und dem Bodenrelief und je nach

der angreifenden Pflanzenart ein Verwachsen, Überwachsen oder Unterwachsen vor sich gehen kann, müssen vor allen Dingen geschützte sein. Geschützt aber müssen die Entstehungsorte der Verwachsung sein vor den störenden Einwirkungen von Wind, Wellen und Strömung. In beckenförmig ausgebreiteten Gewässern wird das Ufer, welches vor den am längsten und energischst wirkenden Luftströmungen während der Dauer der Vegetationsperiode geschützt ist, zuerst von Gewächsen aufgesucht und besiedelt werden, und bei fließenden Gewässern dasjenige Ufer, welches am geringsten von den Einwirkungen des Windes und der Strömungen getroffen wird. Es ist also in beiden Fällen Windschutz erforderlich, damit die Pflanzen in ruhigerem Wasser vor dem ihnen nachteiligen Wellenschlag geschützt ihre langsame aber sichere Arbeit vollführen können. Die Gewächse in fließenden Gewässern haben demnach zwei Kräfte zu überwinden und können auch nicht früher vollständig prosperieren, als nicht die Strömung fast oder gänzlich aufgehoben ist. Je früher diese Bedingung sich erfüllt, um so schneller kann die ganze Flussbreite von Vegetation überzogen werden. Nur insofern stehen fließende und stehende Gewässer in Bezug auf das Verwachsen im Gegensatz, als erstere eine durch das Gefälle bedingte Bewegung des Wassers erst aufheben müssen, um nur noch allein die durch den Wind hervorgebrachte Wellenbewegung, welche sie mit den stehenden teilen, zu zeigen. Doch da die Gewässer an sich bedeutende Verschiedenheiten aufweisen, scheint eine gesonderte Betrachtung der stehenden gegenüber den fließenden um so gerechtfertigter, als die mehr oder weniger breit flächenförmige Ausbreitung eines Seespiegels, die größeren Tiefen und die Uferbildungen eines Sees andere sind, als Niveau-, Tiefen- und Uferverhältnisse eines in dem Rinnsal einer Thalweitung fließenden Stromes; ganz abgesehen von der Verschiedenheit des Verwachsungsmodus in stehenden und fließenden Gewässern. Aber auch nach einer anderen Seite hin macht sich ein Gegensatz, wie vielfach angenommen wird, zwischen fließenden und stehenden Gewässern geltend. In stehendem oder schwach bewegtem Wasser sind immer mehr Nährstoffe und Nährsalze vorhanden, als in fließendem, deren reichliches Vorhandensein und Herkunft teils auf subaerische Staubniederschläge, teils auf den von den Ufern herabgespülten Detritus zurückzuführen ist, und die hier an dem Orte ihres Herabfallens verbleiben und nicht, wie beim fließenden Wasser, durch die Strömung weiter geschafft werden. Wir sehen daher auch an ruhigeren Stellen der Flüsse, wie Buchten und dergleichen, ein reicheres Pflanzenleben sich entfalten, als in dem von der vollen Stärke der Strömung getroffenen Strombette selbst. Verhältnismäßig haben sich nur sehr wenige Pflanzenarten starken Strömungen angepasst; es sind hier besonders einige Algen, Podostemaceen, und bei uns *Potamogeton*-Arten, unter letzteren besonders *Potamogeton lucens* L. var. *longifolius* Gay zu nennen, welche Pflanzenarten, so wie alle untergetauchten Gewächse schon dadurch befähigt sind

hier zu vegetieren, dass sie vermittelst ihrer gesamten Oberfläche die Nahrungsaufnahme zu vollziehen im Stande sind.

In den meisten Fällen also wird das Verwachsen vom geschützten Uferrande aus beginnen und centripetal und seitlich vorschreitend in das Gewässer sich verbreiten, weil solche Uferstellen vor allen anderen die günstigen Vorbedingungen zu einer Entwickelung von Wasser- und Sumpfpflanzen enthalten. Aber auch inselartig, vom Uferrande mehr oder weniger entfernt bis in die Mitte der Wasserausbreitung hineingeschoben, können Verwachsungscentren entstehen und von ihrem Bildungsorte aus ihre allmähliche Ausbreitung über die Wasserfläche bewerkstelligen. Dieser Fall tritt dann ein, wenn unterseeische Untiefen, Barrenbildung und andere Eigentümlichkeiten des Bodenreliefs vorhanden sind.

Die stehenden Gewässer.

Was nun zunächst das Verwachsen der stehenden Gewässer anlangt, so haben wir es nur mit Teichen und Seen, oder diesen ähnlichen Wasseransammlungen zu thun, welche insgesamt nur teilweise und in geringer Stärke Strömungserscheinungen zeigen. Besonders in Gewässern mit Ab- und Zuflüssen finden geringe Strömungen statt, welche aber durchaus nicht von irgend welchem Einfluss oder Bedeutung auf das Verwachsen sind. Wir können daher auch alle Teiche und Seen schlechtweg als stehende bezeichnen.

In Teichen und Tümpeln, überhaupt in Wasseransammlungen von sehr geringem Umfange kommt wegen der geringen Ausdehnung die Wirkung des Windes beim Verwachsen derselben meist nicht in Betracht, da der Wind auf einem Spiegel von so geringer Ausbreitung, auch selbst als heftig auftretender Sturm, fast gar keine Wellen, oder nur ein schwaches Wassergekräusel hervorzurufen im Stande ist. Es wird hier das allseitige Verwachsen, vorausgesetzt dass die Teiche nicht zu tief sind, keineswegs von außen gestört werden. Solche Teiche verwachsen deshalb auch um so schneller, je seichter sie sind, und es würden bald keine mehr existieren, wenn sie sich nicht immer wieder aufs neue, abgesehen von den durch den Menschen für technische Zwecke künstlich erhaltenen und neu angelegten, besonders in den als Randzone die Moosmoore umgebenden Grasmoorbildungen und in den Grasmooren selbst erzeugten, oder bei Neubildung eines Moosmoores in demselben selbst aber in eigentümlichster Weise entstehen würden.

Die tief eingesenkten, trichterförmigen Teiche der Moosmoore (»Blänken«, »Meere«, »Laukad«) verwachsen zuerst gar nicht und überwachsen im Ostbalticum nach meinen Untersuchungen nie, sondern sie werden allmählich von der sie umgebenden Torfmasse des Moosmoors durch Ober- und Seitendruck unterteuft. Hat nun die hineingepresste oder hineingequollene Torfmasse, unter Verdrängung des darüber ruhenden Wassers,

ein gewisses bestimmtes Höhenniveau erreicht, so dass gewisse Pflanzen, beispielsweise *Sphagnum cuspidatum* Ehrh. var. *plumosum* Sch. und subsp. *mollissimum* Russow, darin Platz zu greifen vermögen, dann beginnt auch erst das eigentliche Verwachsen der Moosmoorteiche.

In tieferen Teichen anderer Vegetationsformationen sind die ersten Ansiedler meist schwimmende Pflanzen, z. B. Algen, Lemnaceen u. a., deren Reste im Vereine mit Detritus die Teichsohle allmählich so weit erhöhen, dass flutende und andere Gewächse den Teich überziehen können, welche schon von den Rändern her die Occupation begonnen hatten. — An den Einwirkungen des Windes völlig exponiert liegenden Teichen beobachtet man schon, dass die von der Vegetation angegriffene und zur herrschenden Windrichtung gelegene Uferseite die bevorzugtere ist, was in dem Grade ersichtlicher wird, als das Gewässer an Ausdehnung zunimmt, und was an Wasserausbreitungen, welche man schon als Seen bezeichnen kann, durchaus in die Augen springt.

Es muss hier bemerkt werden, dass der Vorgang des Verwachsens ein durchaus anderer ist, als der des Überwachsens. Überwachsene Teiche und kleinere Wasseransammlungen sind nach meinen Beobachtungen im Ostbalticum ziemlich selten, während dagegen überwachsene Seen außerordentlich häufig bei uns auftreten, wenn nicht sogar die häufigeren Bildungen sind. Obgleich die beiden Vorgänge des Verwachsens und Überwachsens sehr verschiedene sind und jeder derselben durch bestimmte Pflanzenarten veranlasst wird, so treten beide doch in Wechselbeziehung, insofern einem Überwachsen meist ein Verwachsen vorausgeht. Der umgekehrte Fall tritt bei der Schwingrasenbildung ein.

Die Seen im Ostbalticum sind fast ausnahmslos von einer mehr oder weniger breiten Zone von Grasmoorbildung umschlossen, die an der SW-Seite am mächtigsten entwickelt ist, an der NE-Seite dagegen eine im Verhältnis zu der ganzen Verwachsungsmasse geringe Lücke hat. Das SW-Ufer der ostbaltischen Binnenseen ist stets das verwachsene, das NE-Ufer aber noch bei größeren Seeausbreitungen das von der Vegetation unbesiedelte. Die Angriffsseite und die Verwachsungsrichtung decken sich völlig mit der herrschenden Windrichtung. Der herrschende Wind, oder besser ausgedrückt: die mittlere Windrichtung ist in dem bei weitem größten Teile der Ostseeprovinzen von SW nach NE.

Nach Weihrauch[1]) ist die mittlere Windrichtung des Jahres für Dorpat fast genau SW und fällt darnach in den Octanten S während der Monate: Januar, März und October; in den Octanten SW während der Monate: Februar, Juni, August, September, November, December; in den Octanten W während der Monate: April, Mai, Juli. Die mittleren Windstärken ergeben ein Maximum für den October, ein Minimum für den Juli. Nach

1) Zehnjährige Mittelwerthe (1866—1875) für Dorpat, 1877. p. 36.

demselben Autor fällt die mittlere Windrichtung nach zwanzigjährigen Mittelwerten [1]) berechnet in den Octanten W während der Monate: April, Mai, Juni, Juli und in den Octanten SW während der übrigen Monate. Die mittlere Geschwindigkeit hat ein Maximum im October, ein Minimum im Juli. Die mittlere Windrichtung geht im Laufe eines ganzen Tages zuerst stetig im Sinne S nach W vorwärts und dann wieder zurück. Dieses aus den meteorologischen Beobachtungen für Dorpat gewonnene Resultat hat im allgemeinen auch für die meisten Orte des Ostbalticums Gültigkeit, wenngleich local häufig Modificationen der oben gegebenen Windrichtungen statthaben. Ackermann [2]), der aus dem von der deutschen Admiralität herausgegebenen Segelhandbuche höchstwahrscheinlich seine Daten geschöpft hat, kommt für die »Russischen Ostseeprovinzen« für jede Jahreszeit in Tagen berechnet zu dem Schema der mittleren Windrichtung für den Küstenwind des Ostbalticums, welches für das ganze Jahr, wie nachstehend, ergiebt: N 54, NE 27, E 46, SE 44, S 43, SW 60, W 60 und NW 44 Tage; auf die Vegetationsperiode, also Frühling, Sommer und Herbst, reduciert ergeben: N 45, NE 20, E 34, SE 29, S 24, SW 46, W 44 und NW 36 Tage. Das allgemeine Ergebnis ist auch hier das entschiedene Überwiegen der SW-Winde.

An der SW-Seite der ostbaltischen Gewässer liegt das vor dem Winde geschützte Ufer, während das gegenüberliegende NE-Ufer das dem Wellenschlage am meisten ausgesetzte ist. Die Verwachsungszone ist daher auch am mächtigsten an der SW-Seite entwickelt, während sie bei größeren Wasserflächen das NE-Ufer noch nicht hat angreifen können. Der E-Wind, der auch zuweilen andauernd im Frühlinge und Sommer im Ostbalticum einspringt, ist als ein der Verwachsung entgegenwirkender Wind von fast gar keiner Bedeutung, weil er meist schwach weht und daher keine oder nur kleine Wellen zu erzeugen im Stande ist und weil die Gewächse während dieser Zeit den Höhepunkt ihres Vegetierens erreichen und daher auch den kräftigsten Widerstand bei heftigerem Wehen des E-Windes zu leisten vermögen. Auch ist dieser Wind dem Gedeihen der Wasser- und Sumpfpflanzen mehr förderlich als hemmend, da er als ein trockener durch Zufuhr subaerischen Materials dem Wasser eine Menge Nährstoffe mitteilt.

Ein Beispiel dürfte diese Erscheinung am besten erläutern. Ich wähle hierzu einen von den mittelgroßen livländischen Seen, den zum Majorate Neuhausen gehörenden Kirkumäh-Jerw (deutsch: Kirchenberg-See), der außer für den typisch entwickelten Verwachsungsgürtel auch nach anderen Seiten einige interessante Daten liefert. Der Kirkumäh-See, zu den am höchsten über dem Meeresspiegel liegenden Seen des Ostbalticums

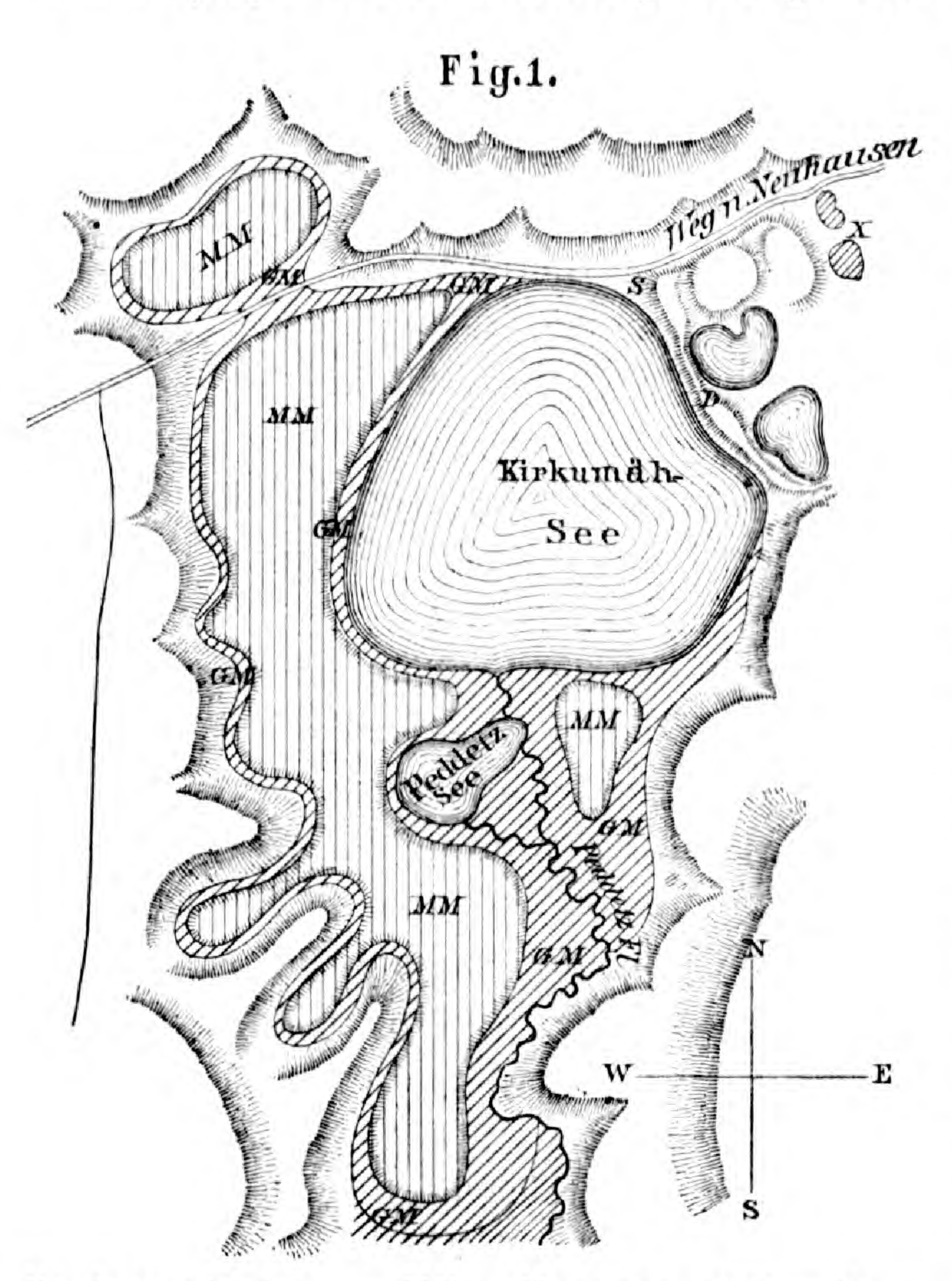
---

1) Zwanzigjährige Mittelwerthe aus den meteorologischen Beobachtungen 1866—1885 für Dorpat. 1887. p. 70.

2) Beiträge zur physischen Geographie der Ostsee. Hamburg 1883. p. 169.

gehörend, liegt südöstlich von der Wasserscheide der Flüsse und Bäche, welche sich in das Peipusbecken ergießen; der Abfluss des Sees, die Peddetz, gehört schon in das System der Düna. Die ursprüngliche Configuration dieses Sees, wie die beigegebene Abbildung zeigt, würde die heutigen Contouren der denselben umgebenden Moorbildungen mit begreifen, mit Ausschluss der im E des Sees gelegenen zwei kleineren Seen, die durch einen niedrigen Dünenwall von diesem getrennt sind. Der Wasserspiegel der letzteren liegt wenige Fuß niedriger als das Niveau des ersteren, so dass der Kirkumäh-See das Gefälle zu diesen hat; ein Grabendurchstich verbindet seit kurzer Zeit die drei Seen. Ob die zwei letzteren und eine Reihe anderer meist noch kleinerer und schon völlig durch Verwachsungsmassen geschlossener Seen und die nach NE liegende sumpfige Thalweitung auch Teile des einstigen Kirkumähbeckens waren, welche in späterer Zeit durch die Barrenbildung von dem Hauptbecken getrennt wurden, ist vorläufig nicht sicher zu entscheiden, da diesbezügliche Untersuchungen fehlen. Dass ein früherer Zusammenhang hier bestanden, hat viel Wahrscheinlichkeit; speciell darauf gerichtete Untersuchungen dürften hier noch andere überraschende Thatsachen, wie wir unten sehen werden, zu Tage fördern. Der heutige See, der ganz in seinen NE-Winkel gerückt ist, mag in seiner Oberflächenausdehnung etwa 3 Quadratkilometer groß sein und vielleicht die Hälfte seines früheren Areals darstellen. Mächtige Moorbildungen umranden ihn in einem Bogen von NW über W und S nach SE und liefern dadurch ein lehrreiches Beispiel für das Vorschreiten des Überwachsens in der herrschenden Windrichtung: SW nach NE. Das Überwachsen wird hier, wie ausnahmslos überall in gleichen Fällen, von einer Grasmoorbildung eingeleitet. Vorzüglich sind es *Cyperaceen* und *Carex*-Arten, die hier am SW-

Fig. 1.



Kirkumäh-See. — MM = Moosmoor; GM = Grasmoor; D = Düne; S = Sandufer; x = völlig verwachsene kleinere Seen.

Ufer des Sees Vorpostendienste leisten, aber nur in sehr schmaler Zone entwickelt, denn hinter dem *Carex*-Kranz folgt eine breitere Zone von etwa 1—3 Meter Durchmesser, in welcher Grasmoorpflanzen und secundäre Moosmoorpflanzen mit einander um die Alleinherrschaft ringen. Hinter diesem Gürtel der Übergangsbildungen verbreitet sich in einer, an der mächtigsten Stelle fast in einer Kilometer breiten Zone ein Moosmoor, in der Längenerstreckung dem W-Bogen der Überwachsungsmassen folgend. Dieses mächtig entwickelte Moosmoor beweist, als supraaquatische Bildung, dass der See bei hohem Wasserstande nicht über die Grasmoorbildung hinaufreicht. Wie gegen den See hin eine Zone von Grasmoorbildung das Moosmoor trennt, so umgiebt auch eine solche Randzone das Moosmoor allseitig und schließt dasselbe, ebenso die gesamte Verwachsungszone des Sees, gegen steil ansteigende Diluvialhügel ab. Auch jenseits des Peddetz-Sees, einer Relicte des Hauptsees selbst, und jenseits des aus dem See entströmenden Peddetz-Flusses hat sich stellenweise Moosmoorbildung festgesetzt; jedoch umgreift das SE-Ende des Sees nur Grasmoorbildung in verschiedener Mächtigkeit. Der vor einigen Jahren noch sichtbare Abfluss des Hauptsees in seinen Relictensee, wie ihn noch die Abbildung zeigt, ist heute verschwunden, weil er völlig überwachsen ist. Die beiden Wasserspiegel communicieren nur noch unterirdisch. Ebenso ist der zweite Abfluss aus dem Peddetz-See völlig überwachsen und die Peddetz selbst, welche heute nur mit einem Abfluss entströmt, ist hin und wieder durch Überwachsungsmassen überbrückt. Ganz das Gegenteil von dem SW-Ufergelände des Kirkumäh-Sees ist sein NE-Ufer, welches in noch ziemlich bedeutendem Uferbogen, wenngleich im Verhältnis zu den überwachsenen Uferstrecken von sehr geringer Ausdehnung ein festes, sandiges, von munteren Wellen bespültes Gestade darbietet. Muscheln und Schneckengehäuse, kleine Bruchstücke von devonischem Dolomit und angeschwemmte Pflanzenreste stecken hin und wieder im Ufersande. Hier stoßen die Wellen beständig aufs Gestade und haben bislang keine Ufervegetation aufkommen lassen. Doch der Verwachsungsgürtel rückt mit seinen Enden immer näher heran und wird voraussichtlich in einer freilich noch fernliegenden Zeit vollständig zu einem geschlossenen Ringe sich vereinigen.

Entsprechend dem Kirkumäh-See verhalten sich sämtliche Seen im Ostbalticum, die ich auf windseitiges Verwachsen untersucht habe. Es würde daher zu weit führen, wollte ich hier eine vollständige Aufzählung und Beschreibung derselben geben. Nur einige der bedeutendsten und größten Seen seien, besonders im Interesse baltischer Leser, im Nachstehenden hervorgehoben.

Der Peipus, der größte aller ostbaltischen Binnenseen, der sich durch fast zwei Breitengrade erstreckt und an welchem die Ostseeprovinzen nur teilweise participieren, hat besonders am südlichen Teile seines

W-Ufers viele Kilometer breite Streifen von Grasmoorbildungen, welche häufig kleinere, aber auch bis 5 Kilometer lange Seen, als Relicten des Peipus, umschließen und welche mit weiten *Kalmus*-Feldern (z. B. an der Woo-Mündung bei Wöbs) und häufigen Schilfbeständen abwechseln. Das N-, NE- und der größte Teil des E-Ufers stellen dagegen Sandflächen mit häufiger Dünenbildung dar. Auch der nördlichste Teil des W-Ufers ist an vielen Stellen von Wasser- und Sumpfgewächsen nicht umrandet, was seinen Grund in der geologischen Eigentümlichkeit der Uferbildung hat. Schon bei dem ersten russischen Dorfe Krasnaja-Gorka (deutsch: Roter Berg) in N.-Livland fällt der rote devonische Sandstein als Steilküste zum Ufer des Peipus ab. Dieser »old red sandstone« lässt auch dort, wo flachere Uferstellen sich zeigen, seiner Sterilität wegen keine oder nur spärliche Vegetation aufkommen; übrigens mangeln an solchen Orten Schilf- und Binsenpartien längs dieses Ufers nicht, aber sie sind meist tiefer in den See hineingeschoben. Andere Gründe für das Nichtaufkommen des Pflanzenwuchses an diesem Teile der Peipus-Ufer sind, dass hier die Steilufer in den See einspringen, und dass diese Gestade von den daselbst nicht unerheblich wirkenden S-Winden getroffen werden. Ferner sind so gestaltete Peipus-Ufer von jeher bewohnt gewesen und der Mensch hat das Aufkommen einer Sumpfvegetation gehindert.

In der Lage, Erstreckung und Configuration dem Peipus entsprechend, verhält sich auch in Bezug auf windseitiges Verwachsen der zweitgrößte See des Ostbalticums, der Wirzjerw, diesem ganz analog; nur mit dem Unterschiede, dass beim Wirzjerw das gesamte W-Ufer bis in den NW-Winkel hin mit weit in den See hineingehenden Schilfpartien bedeckt ist, und dass ferner von den letzteren gedeckt Grasmoorbildungen landeinwärts liegen, die, je weiter nach S. um so mehr an Mächtigkeit der Entwickelung zunehmen. Das normale windseitige Umsichgreifen und Entwickeln von Verwachsungsmassen ist hier an diesem Ufer durch devonische Steilufer nicht gestört worden. Das N- und E-Ufer, letzteres in seinem südlichsten Teile auch schon von Verwachsungsmassen umgürtet, sind abwechselnd sandig, thonig oder lehmig mit festem Uferrande, welcher einer Wasser- und Sumpfvegetation fast vollständig entbehrt.

Das »Mare lubanum«, der Lubahnsche See, der drittgrößte ostbaltische, ist ein außerordentlich flaches Gewässer und begreift in seiner heutigen Configuration nur einen geringen Bruchteil seiner vormaligen Ausdehnung. Dieser See ist seiner großartigen ihn umgebenden Sumpfniederungen wegen übel verschrieen, welche letztere für waghalsige Jäger jedoch ein gepriesenes Eldorado auf Sumpfwild abgeben. An seiner NE-Ecke aber hat der See heute noch festes sandiges Ufer sich erhalten.

In ebenso prägnanter Weise treten uns diese Verhältnisse an unseren Strandseen entgegen, und besonders an den größten der an der W-Küste Kurlands gelegenen weiten Strandniederungen zeigt sich der Einfluss der

mittleren Windrichtung auf das Verwachsen derselben besonders schön. Es seien hier nur die beiden größten, der Libausche und der Tosmar-See erwähnt, welche beide an dem W-Ufer weite Versumpfungen, der letztere sogar mit bedeutend entwickelten Moosmoorbildungen, aufweisen. Im Gegensatz zu dem W-Ufer zeigt sich das E-Ufer der beiden Strandseen, welches, unter der Einwirkung der Wellen stehend, keine Verwachsungsbildungen hat aufkommen lassen.

Diese Beispiele könnten, wie oben angedeutet, bedeutend und zwar durch alle von mir untersuchten Seen vermehrt werden, doch genügt es, den Kirkumäh-See als einen von den kleineren, die drei größten Seeausbreitungen und die Strandseen als Belege aus dem Ostbalticum für das windseitige Verwachsen aufgeführt zu haben. Aber auch außerhalb des Ostbalticums, im übrigen Europa, werden die Seen in Bezug auf das Verwachsen sich analog verhalten. Da jedoch dieser und ähnlicher Vorgänge nirgendwo Erwähnung geschieht, und da man wohl auf diese Erscheinung nicht genug aufmerksam geworden ist, so habe ich auch nur einige Male aus Beschreibungen über verwachsene Seen und über diesen Agentien sich gleich verhaltende Erscheinungen aus der Entwickelungsgeschichte der Moore ähnliche Schlussfolgerungen ziehen und ähnliche Daten reconstruieren können.

So ist es mir gelungen, aus der Schilderung des Helsingøer-Moores nach Dau[1]) feststellen zu können, dass bei diesem Moor ziemlich gleiche Verhältnisse, wie die beim Kirkumäh-See geschilderten, obwalteten, dass das Helsingøer-Moor ein verwachsener See ist, der nahe am E-Rande einen kürzlich geschlossenen offenen Wasserspiegel besaß, dass an der W-Seite über weite Grasmoorstrecken, den Verwachsungsmassen des früheren Sees, sich Hochmoor gebildet hat. Bei diesem dänischen See ist also auch das Verwachsen in der Richtung von W nach E vorgeschritten. Ähnlich verhalten sich nach Dau[2]) das Moor am Snodstrupp-See und das Store-Søe-Moose; beim letzteren zieht sich in einem breiten Bogen das Hochmoor, umrandet von Grasmoorbildungen, um das W-Ende des am E-Ende noch offenen Store-Søe herum. Die Bemerkung von Dau, dass der Verwachsungsgürtel im SW des Sees am breitesten ist, ist uns von besonderer Wichtigkeit, da hieraus mit ziemlicher Gewissheit hervorzugehen scheint, dass die mittlere Windrichtung dort wie hier die gleiche sei. Ferner erwähnt Dau[3]) a. a. O. die in Torfgrund verwandelte S-Seite eines Sees in Oldenburg. Clessni[4]) schreibt, dass Torfbildung in allen Stadien am besten an den oberen Enden (SWS) der vor dem N-Abhange der Alpen

1) Die Torfmoore Seelands. Leipzig 1829, p. 144.
2) l. c. p. 43 und 195.
3) Neues Handbuch über den Torf. Leipzig 1823, p. 142.
4) Bildung der Torfmoore. Gaea 1876, p. 608.

gelegenen Seen zu beobachten ist, z. B. am Chiem-See. HORNSCHUCH[1]) weist nach, dass das Moor bei Kieshof in zwei Abteilungen zerfällt: in eine trocknere westliche und in eine sumpfige östliche Abteilung. SENFT[2]) schildert das Steinhuder Meer ähnlich, wie DAU das Helsingøer-Moor, nur dass die Himmelsrichtungen nicht genau konstatiert werden können. Endlich giebt LORENZ[3]) in vier Abbildungen durchaus wichtige und sichere Belege für das Verwachsen der W-Ufer von Salzburgschen Seen. Da er aber nie von verwachsenen E-Ufern spricht und nur die verwachsenen W-Ufer hervorgehoben hat, kann man auch ziemlich sicher voraussetzen, dass am E-Ufer der angezogenen Seen kein oder nur ein unerhebliches Verwachsen stattgefunden hat. Im Texte[4]) erwähnt LORENZ des Vorhandenseins von drei Hochmooren, welche alle hinter einander auf der W-Seite des Waller-Sees liegen, und zeigt ferner, dass die Moore bei Fraham am Trumer-See sich ähnlich verhalten. Nach einer Bemerkung von LORENZ[5]) sind die herrschenden Winde Salzburgs westliche.

Wie wir aus diesen wenigen Citaten ersehen können, werden auch im übrigen Europa die westlichen Ufer der Seen die von der Ufervegetation bevorzugten sein und zuerst von Überwachsungsmassen überzogen werden. Es ist diese Folgerung durchaus plausibel, weil ja der größte Teil von Europa unter der Herrschaft westlicher Luftströmungen steht, und weil nach unserer Voraussetzung ein Überziehen der Gewässer durch Vegetation in der vom herrschenden Winde gekennzeichneten Richtung vor sich geht. Es wäre daher durchaus wünschenswert, dass auch andernorts darauf bezügliche Untersuchungen gemacht und anderweitige Belege hierfür gesammelt würden. Die Bestätigung dieser in dem Ostbalticum erkannten Thatsachen würde das Allgemeingültige dieser Erscheinung feststellen.

Es muss hier zum besseren Verständnis des Obigen das Verhalten der Moosmoore zu Grasmooren und verwachsenen Seen eingeschaltet werden, doch nur insoweit, als es für das Verständnis der sich hier in complicierlester Bildungsweise abspielenden Verhältnisse notwendig erscheint, da in einer demnächst zu veröffentlichenden Arbeit das hier nur kurz beigebrachte ausführlichst abgehandelt werden soll. Die Moosmoore, als supraaquatische Bildungen, d. h. solche, die unter keinen Umständen bei Gegenwart von tellurischem Wasser sich entwickeln können, werden daher auch niemals die Moorformen sein, die einen See oder ein anderes Gewässer direct überziehen. Es liegt eben in der Eigentümlichkeit der Moosmoore begründet, dass nur zum geringen Teile die constituierenden, dass aber

1) Torfmoore von Greifswald. Flora 1837, p. 739.
2) Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen 1862. p. 89.
3) Torfmoore Salzburgs. Flora 1858, p. 218.
4) l. c. p. 363 und 367.
5) l. c. p. 218.

sämtliche disponierenden Moosmoorpflanzen (welche letztere nur aus einer sehr geringen Anzahl von Arten und Varietäten der Gattung *Sphagnum* bestehen) unter Einwirkung von tellurischem Wasser und bei Gegenwart von Kalkteilchen nicht zu existieren vermögen, dass ferner die disponierenden und somit auch die constituierenden Moosmoorpflanzen sowohl das Wasser, als auch die mineralische Nahrung nur aus der Atmosphäre nehmen; die Moosmoore sind daher auch subaerische Gebilde. Weiter sind die Moosmoore sogenannte »torfstete« Moore, d. h. sie können aus vielen hier nicht zu erörternden Gründen sich nicht direct auf einem anorganischen Substrat festsetzen, sondern sie bedürfen zu ihrer Entstehung einer vermittelnden vegetativen Bildung, welche in den meisten Fällen Grasmoorbildung selbst ist. Sobald nun die Entwickelung der, im Gegensatz zu den supraaquatischen Moosmooren, infraaquatischen Grasmoorbildungen soweit fortgeschritten ist, dass der Einfluss terrestrischen Wassers und somit die den Moosmoorpflanzen schädliche Einwirkung von Kalkteilchen aufgehoben ist, ist erst die Möglichkeit des Entstehens von Moosmooren auf Grasmooren gegeben, wie wir das in den meisten Fällen beobachten. Nun ist ersichtlich, dass die Moosmoore bei solchen Eigentümlichkeiten direct einen See, also eine mit schädlichen Stoffteilchen gemengte tellurische Wasseransammlung, nicht überziehen können, dass also ausnahmslos die Moorbildung, deren Constituenten den See mit Verwachsen angreifen, irgend eine Grasmoorform sein wird, und dass diese in verschiedene Formen ihres eigenen Moortypus gradatim übergehend so lange fortdauern wird, als ein Einfluss des Wassers des überzogenen Sees noch zu erwarten ist. Hört die Einwirkung des Seewassers auf, so kann Moosmoorbildung Platz greifen, und zwar in dieser vollendeten Weise, wie es bei unserem Beispiele, dem Kirkumäh-See, der Fall ist. Selbstredend zieht sich die Grasmoorbildung noch als Randzone, gleichsam ein Rinnsal oder Abzugskanal für tellurische Wasser, um jedes Moosmoor herum. Das Moosmoor wird auch nicht ohne tiefere Bedeutung Hochmoor im Gegensatz zum Grasmoor, welches als Flachmoor bezeichnet wird, genannt.

Der Schluss aller so außerordentlich mannigfaltiger und auseinander hervorgehender Grasmoorformen kann unter günstigen Umständen also das Beziehen der Grasmoorbildungen mit einem Moosmoor sein, welches letztere, im Gegensatz zu der Menge der Grasmoortypen, nur in einem Typus existiert. Das Auftreten des Moosmoors auf Grasmoorbildungen ist aber auch denselben Einwirkungen des Windes unterworfen, wie wir es beim Verwachsen der Seen durch Moorbildung überhaupt sahen. Auch hier findet das windseitige Entwickeln seinen besonderen Ausdruck. Überall im Ostbalticum zeigt es sich, und auch die von Dau und Lorenz angezogenen Beispiele lehren, dass die Ausgangspunkte der Moosmoorbildung, nachdem die infraaquatischen Zustände der Grasmoorbildung aufgehoben sind, dem südwestlichen resp. westlichen Rande des Grasmoors am nächsten liegen.

Das Auftreten des Moosmoors auf der SW-Seite der Verwachsungsmassen eines Sees hat seinen weiteren Grund auch noch in dem Umstande, dass auch der südwestliche Teil des Grasmoors den Einwirkungen des Seewassers durch Erzeugung neuer horizontal geschichteter Torflagen zuerst sich entzogen hat, als seine jüngeren, dem Seerande näher gelegenen Bildungsmassen. Eine Bestätigung für ein gleiches Verhalten der Moosmoore zu verwachsenen Seen findet sich bereits bei Dau [1]). Von dem schon erwähnten Store-Søe-Moose heißt es, dass das Moosmoor sich in halbmondförmigem Gürtel im W um den noch offenen See zieht, dass aber zwischen der Moosmoorbildung und der offenen Seefläche noch weite Riedgrasstrecken sich finden, die den See allmählich einengen. Mit diesem verwachsenden See und mit den anderen beiden, dem Snodstrup- und dem Helsingøer-Myr hat Dau übrigens die Hochmoorbildung in ihren drei Stadien gekennzeichnet, wie sich solche an Seen, die in der Phase des Verwachsens begriffen sind, zeigen können. Auf dem Snodstrup-Myr begann die Moosmoorbildung bei einer zum größten Teile noch offenen, auf dem Store-Søe-Myr bei einer noch nicht völlig überwachsenen und auf dem Helsingøer-Myr bei einer kürzlich durch eine Grasmoordecke geschlossenen Seefläche. Es sind eben diese drei Beispiele von vielen anderen, die Dau aufführt, besonders herausgewählt.

In gleicher Weise verhalten sich Moosmoore überhaupt, wenn sie auf Grasmooren sich festsetzen, indem sie von der Wetterseite ihren Anfang und in der Windrichtung ihren Fortgang nehmen, wie zahlreiche Beispiele aus dem Balticum lehren. Für ein gleiches Vorkommnis an anderen Orten spricht die Bemerkung von Lorenz [2]), dass am westlichen Uferrande des dritten Moors bei Koppel ein bedeutendes Überziehen und Übergreifen der Sphagneta über Grasmoor stattfindet. Dasselbe gilt auch von der schon oben von Hornschuch angeführten trockenen westlichen und sumpfigen östlichen Abteilung des Moors bei Kieshof.

Anhangsweise soll noch bemerkt werden, dass die heutige Waldbildung die Moosmoore auch windseitig überzieht und dass die Abhangsmoore, wie z. B. der W-Küste Norwegens, auf der westlichen Seite der Berge liegen.

Vergleicht man die gegenüberliegenden Ufer eines Sees zu einer Zeit, wenn ein ziemlich heftiger Wind über denselben hinwegweht, so beobachtet man, dass auf der Windseite die äußerste Peripherie des Seespiegels in einem schmalen, aber nicht gleichmäßig breiten Saume, der sich den Configurationen des Ufers genau anschmiegt, eine vollständige Glätte bewahrt oder nur leicht gekräuselt erscheint, während die dem Winde ausgesetzte Seeoberfläche je weiter von dem geschützten Ufer entfernt, durch immer größer werdende Wellen, die am gegenüberliegenden

1) Torfmoore Seelands. p. 195.
2) l. c. p. 376.

Ufer ihre relative Größe erreichend an das Gestade heranstürzen, bewegt ist. Höhere und steil in den See abfallende Ufer werden einen breiteren Windschatten zu erzeugen im Stande sein als niedrigere Ufer, und da die Ufergelände eines Gewässers stets des regelmäßigen Reliefs entbehren, so ist denn auch dadurch die unregelmäßige wechselnde Breite des unter dem Windschutze entstandenen Windschattens bedingt. Obgleich höhere und steil abfallende Ufer einen breiteren Saum ruhigeren Wassers hervorrufen können, so ist dennoch ein flaches Ufer für ein schnelleres Vorschreiten der Verwachsung im allgemeinen günstiger, da ein flaches Ufergelände meist auch eine flache unterseeische Fortsetzung des Bodenreliefs voraussetzt und dieser Umstand eben die Ansiedlung von Wasser- und Sumpfpflanzen mehr begünstigt, als der jähere unterseeische Abfall eines Steilufers. Zudem kommt noch hinzu, dass eine Windschattenzone hinter höheren Steilufern durch die an solchen Ufern direct herabfließenden Luftströmungen häufig gar nicht zu Stande kommt. Der Mangel eines Windschattens wird hier auch noch dadurch erklärlich, dass der Wind an einem Steilufer, welches vielfältig zerklüftet ist und häufig Vorsprünge in den See schickt, mehrfach abgelenkt wird, Gegenströme und Wirbel erzeugt. Doch solche Uferbildungen mit den geschilderten Windschattenerscheinungen gehören im Ostbalticum wenigstens zu den Seltenheiten und treten nur häufiger in den Hügellandschaften einem entgegen. Indem das Verwachsen resp. Überwachsen vorschreitet, erzeugt es selbst einen solchen Windschatten, der in gleicher oder nahezu gleicher Breite sich der Verwachsungsgrenze anlegt, weil weder Relief- noch Höhenunterschiede der Verwachsungsmassen in demselben See stattzufinden pflegen. Die Grasmoorconstituenten erhalten sich somit durch sich selbst die günstigen Bedingungen für ihre Fortentwickelung durch die Erzeugung eines genügenden Windschattens.

Das ausschließlich windseitige Verwachsen der Seen wird aber durch viele von außen her einwirkende Ursachen häufig modificiert, d. h. entweder gestört, aufgehalten oder gänzlich aufgehoben, oder andererseits begünstigt, unterstützt und schneller gefördert. Im allgemeinen ist das letztere der Fall, dass die hinzutretenden localen Umstände das Verwachsen eher beschleunigen als retardieren, was am deutlichsten an Seen, die in der Phase des Verwachsens begriffen sind, mit flacher Umgebung zu Tage tritt. Ungünstig allein, selbst local fördernden Verhältnissen gegenüber scheinen die mit Steilufern oder hohem Ufergelände umrandeten Seen situiert zu sein, da an Seen mit höherer Hügelumgrenzung, wo der Wind bald hierhin, bald dorthin durch die Hügelspalten geleitet wird, das Verwachsen ausschließlich in geschützteren Buchten, welche zwischen hohen Ufern eingesenkte Seen reichlicher aufweisen als Flachlandseen, seinen Anfang nimmt. Bei Gebirgsseen, die zwischen steilen Felswänden eingeschlossen sind, kann von der Regel des windseitigen Verwachsens zum Teil gar nicht die Rede sein, schon an und für sich daher, weil diese Seen meist am Ufer

zu tief sind, weil ihr Wasser meist zu kalt für das Gedeihen von Grasmoorpflanzen ist und weil bei heftigen Winden die ganze Wasserfläche, selbst an geschützteren Stellen, in starke Bewegung gerät. Bei einem anderen Teile von Gebirgsseen trifft gleichfalls die Erscheinung des windseitigen Verwachsens ein, wenn der herrschende Wind voll und nicht abgelenkt auf die Wasserfläche einwirken kann, wenn diese Seen mit flacheren Uferrändern umgeben sind, und wenn ihr Wasser durch Gieß- und Gletscherbäche nicht zu sehr abgekühlt wird.

Wie sehr es beim Verwachsen auf die Tiefenverhältnisse des unterm Wasser liegenden Ufersaumes ankommt, zeigt sich besonders in dem retardierenden Einfluss, den tiefe und steil abfallende Uferstellen der Ansiedlung entsprechender Pflanzenarten entgegensetzen. Nur in den seltensten Fällen gelingt es, hier eine Schwingrasendecke hervorzubringen, die aber auch leicht, da sie mit dem Uferrande in nicht sicherem Verbande steht, durch Wellen und Wind zerstört und fortgetragen werden kann. Erst wenn die für das Aufkommen einer bestimmten Vegetation notwendigste Bedingung erfüllt ist, dass durch Anschwemmungen von Erosions- und Abrasionsprodukten in genügender Weise der unterseeische Uferrand seichter gestellt worden ist, kann die Arbeit des Verwachsens beginnen. Anders, wie zur Tiefe der Uferstellen, verhält sich das Überziehen einer Seeausbreitung mit Vegetation zur absoluten Tiefe derselben. Über der tiefsten Stelle eines Sees, die gewöhnlich im Mittelpunkte desselben gelegen zu sein pflegt, liegt fast nie der von den Verwachsungsmassen zuletzt noch offen gelassene Rest des Seespiegels, sondern, wie wir an Beispielen aus dem Ostbalticum gesehen haben, der noch offene Teil des Seespiegels ist stets zum NE-Ufer hingedrängt. Es ist hiermit gleichzeitig ein Beleg gegeben, dass die verschiedenen Tiefenlagen eines Sees das regelmäßige Überziehen in der herrschenden Windrichtung von SW nach NE nicht hindern können. Es ist hier aber der Unterschied durchaus zu beachten, ob ein See völlig oder nur teilweise verwächst und dann überwächst; denn wiewohl das Verwachsen von den Uferrändern aus in den allermeisten Fällen seinen Anfang nimmt, so geht doch das Verwachsen meist in ein Überwachsen über und bei diesem Vorgange sind die vom Ufer entfernter liegenden Tiefenverhältnisse eines Gewässers durchaus irrelevant.

Beschleunigt wird das Vorschreiten des Verwachsens vor allen Dingen durch das Einströmen von Flüssen und Bächen. Diese führen eine Menge von Detritus herbei, setzen die schwereren Erosions- und Corrosionsprodukte gleich bei ihrer Einmündung ab, tragen die leichteren Sinkstoffe durch die in den See noch wirkende Strömung tiefer hinein und lagern sie dort ab. Wie die Entwickelung der Verwachsungsmassen durch einmündende Flüsse beschleunigt wird, kann man besonders an unseren größeren Binnenseen beobachten, die gerade ihre Hauptzuflüsse von S und teilweise von W her aufnehmen; so empfängt z. B. der Peipus von S die

Welikaja, der Wirzjerw den oberen Embach, der Rigasche Meerbusen (als ehemaliger postglacialer Binnensee) die Düna und die Kurische Aa u. s. w. Die im S keilförmige Oberflächengestalt des heutigen Peipus, Wirzjerw, Rigaschen Meerbusens und vieler anderer Seen im Ostbalticum ist lediglich durch die Menge Detritus, den die aus S hinzuströmenden Flüsse diesen Seen zugeführt haben, hervorgerufen. Bei unserem Beispiele, dem Kirkumäh-See findet dieser Fall nicht statt, dass durch Einmünden von Zuflüssen von S oder W her das Vorschreiten des hier nur allein unter der Herrschaft des Windes sich vollziehenden normalen Verwachsens des Sees beeinflusst wird. Clessni weist ein gleiches Resultat des beschleunigten Verwachsens durch Zuflüsse an den südbayerischen Seen nach und führt als hervorragendes Beispiel für diesen Fall den Chiem-See auf.

Ebenso wie stetige Zuflüsse, aber nur in verhältnismäßig geringerem Maße, fördern das Verwachsen die Frühlingsschmelzwasser und die Regen-Rinnsale, die von allen Seiten dem See Material zuführen und das Geschäft des Ausfüllens des Seebeckens durchaus unterstützen und besonders in der Verflachung tieferer unterseeischer Uferstellen der nachfolgenden Vegetation bedeutend vorarbeiten.

Nicht nur werden dem See unorganische Trümmer und organische Reste durch einströmende und zurieselnde Wasser zugeführt, sondern auch der Wind selbst nimmt einen bedeutenden Anteil an der Zufuhr von allerhand Stoffen, die er durch die Luft von weitem herholt, oder die er aus der nächsten Umgebung aufwühlt und dem See mitteilt. Das schwerere Material wird er natürlich früher absetzen und in unserem Falle dem SW-Ufer reichlicher abliefern als dem entgegengesetzten Ufer, zu welchem er weniger und leichteres Material hintragen wird. Gleichzeitig kommt die subaerische Zufuhr an anorganischem Nährmaterial den schon entwickelten Moorbildungen ganz besonders zu statten, die, wenn sie nicht mehr Überschwemmungen oder anderer Einwirkung tellurischen Wassers ausgesetzt sind, ausschließlich auf diese Nahrungsquelle angewiesen sind, wie es ausnahmslos bei allen echten Moosmoorbildungen der Fall ist. Desgleichen wird das Herbstlaub der das SW-Ufer umsäumenden Waldungen und andere Pflanzenreste auch nur an dieses Ufer durch den Wind getragen werden, während die Laub- und Pflanzenreste des NE-Ufers landeinwärts durch ihn entführt werden, also nicht nur diesem Ufer selbst, sondern auch dem See verloren gehen.

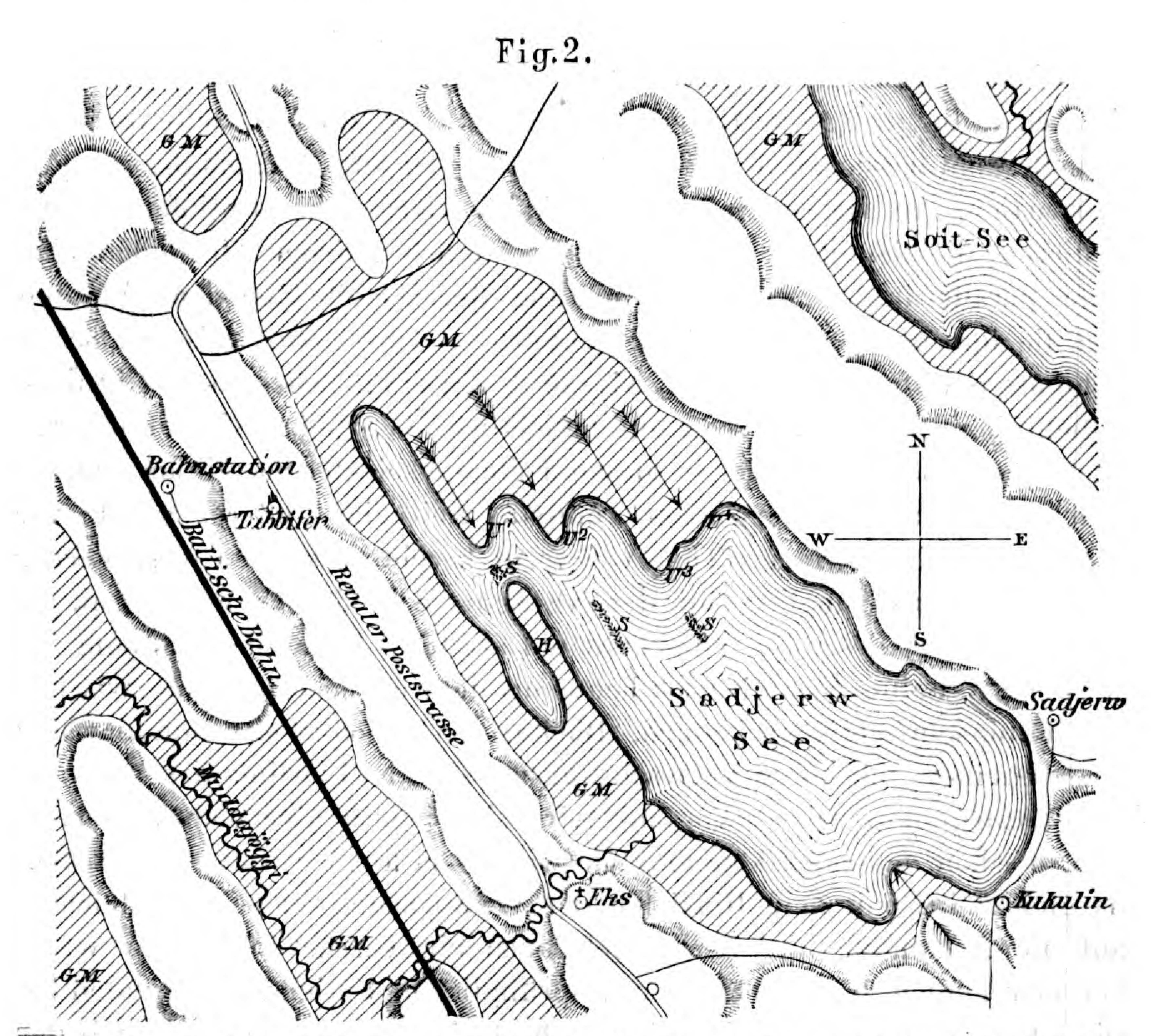
Die Lage der Seeausbreitung zu der Umgebung, die Erstreckung zur Weltrichtung, die ursprüngliche Configuration, die Reliefformen des Untergrundes, alle diese Verschiedenheiten, die ja für den einzelnen Fall noch besonderen localen Modificationen unterliegen, beschleunigen oder retardieren ein normales Vorschreiten der Verwachsungszone in der Richtung des herrschenden Windes. Geschützte Buchten fördern durchaus das

Verwachsen, da sie, selbst wenn sie ursprünglich tief waren, schneller als das Hauptbecken durch hinzugeschlämmten Detritus seichter gestellt werden und verhalten sich analog den kleinen Wasserausbreitungen, die auch weit früher dem völligen Verwachsen unterliegen als größere. Wie wir an unserem Beispiele sehen, war der Kirkumäh-See ehedem an seinem westlichen Gestade mit tief einschneidenden Buchten durchsetzt, welche sich früher als die übrigen Uferpartien auszufüllen begannen. Ihre Verwachsungsmassen bilden heute, verschmolzen mit der Verwachsungszone sämtlicher W-Uferränder, eine mehr oder weniger der Kreislinie sich nähernde buchtenlose Umgrenzung der noch offenen Seefläche. Es liegt, wie wir solches hier und überall zu beobachten die Gelegenheit haben, in der Tendenz des Verwachsens (wie überhaupt in jeder Moorbildung) nicht nur vertical zu nivellieren, sondern auch horizontal Massen auszubreiten, die Unregelmäßigkeiten in der Configuration der Uferlinie aufzuheben streben und die bei vorgeschrittener Verwachsung eines Sees in einer der Bogen- oder geschlossenen Kreislinie mehr oder weniger entsprechenden Demarkationslinie vordringen.

Eine eigentümliche Erscheinung vieler ostbaltischer Seen ist, worüber man sich durch einen Blick auf die Karte überzeugen kann, dass sie eine mehr oder weniger in die Augen fallende Streckung in der Richtung von NWN nach SES erfahren. Ferner hat das NWN- oder N-Ende derselben einen weit größeren Breitendurchmesser als das S-Ende, welches letztere sich in vielen Fällen außerordentlich zukeilt. Selbst der Rigasche Meerbusen, der höchstwahrscheinlich postglacial ein oder einige Male Binnensee gewesen ist, ist von dieser gesetzmäßigen Form der Uferumgrenzung nicht ausgeschlossen. Diese Richtung der Längenerstreckung der Seen von NWN nach SES ist durch den in dieselbe Richtung fallenden Verlauf der Åsar und anderer Gletscherschüttungen und Gletscherbildungen bestimmt. Reconstruieren wir uns die ursprüngliche Umgrenzung dieser Seebecken, gleich nachdem die Gletscher sich zurückgezogen hatten, so werden die Seeausbreitungen im NWN wie im SES nahezu gleich breit gewesen sein, aber durch die Aufnahme ihrer Hauptzuflüsse, besonders von S her, wie schon oben erwähnt, haben sie das zugespitzte S-Ende des Seespiegels erhalten. Das Umgekehrte findet am N- und NE-Ufer derselben Seen statt, indem hier die Breitenausdehnung des Seeendes nicht nur keine Beeinträchtigung erfahren hat, sondern auch das Hinausströmen der Hauptabflüsse stattfindet. Beispiele geben hierfür alle unsere größeren Seen her, wie der Peipus-, Wirzjerw-, Lubahn-, Tammula- und Waggula-, Endla-, Marienburger-, Burtneck- (NW), Usmaiten-, Pussen-, Libauer-See; und von den kleineren beispielsweise: Orellen-, Hochrosen-, Kehri- und sehr viele andere Seen. Weshalb gerade die Abflüsse im N des Sees abgehen und die Zuflüsse von S her kommen, ist vorläufig eine noch schwer zu beantwortende Frage.

Das hängt aber wahrscheinlich ursprünglich mit den Thalbildungen der Gletschererosionen und Gletscherschüttungen und jetzt mit der herrschenden Windrichtung zusammen, wie wir weiter unten bei speciellerer Betrachtung des NE-Ufers diese Erscheinung discutieren werden. Die Lage zur Weltrichtung und die langgestreckte Form dieser Seen begünstigt noch um ein bedeutendes das Verwachsen derselben, weil die mittlere Windrichtung senkrecht die Längenachse der Seeausbreitung und somit die ganze Längsseite des SW-Ufers trifft. Sind die Verhältnisse in Hinsicht der Uferbildung auch nicht ungünstig, so kann unter solchen Umständen ein beschleunigtes Verwachsen die Folge sein.

Fig. 2.



Der Sadjerw-See. *GM* = Grasmoor; *U*1—*U*4 = verwachsene unterseeische Untiefen; *H* = Halbinsel; *S* = Schilfbildung.

Mit dieser Lage und Erstreckung der Seen von NWN nach SES steht häufig noch eine andere Erscheinung im Zusammenhang, welche ihre Ursache in dem von dem Verlaufe der umrandenden Gletscherschüttungen abhängigen Relief des Seeuntergrundes hat, was aus nachstehendem Beispiel am besten erhellt. Der Sadjerw-, auch der Kukulin-See genannt, ist etwa 20 Kilometer nördlich von Dorpat gelegen und ringsum

von bedeutend erhobenen, von NW nach SE streichenden Diluvialhügelreihen umgeben, welche im SE in geringerer Erhebung den See umschließen, aber am NW-Ende des Sees geöffnet sind. Das ursprüngliche Becken des Sees hat besonders im N eine größere Ausdehnung gehabt, als heute. Es sind in denselben von dieser Richtung her mächtige Verwachsungsmassen hineingeschoben worden, welche hier in ihrer Ausbreitung durch zwei Ursachen besonders bevorzugt worden sind. Scheinbar entspricht dieses Beispiel auf den ersten Blick dem windseitigen Verwachsen der Seen nicht, aber bei genauerer Untersuchung erkennen wir folgendes: Parallel den Streifungslinien der Hügelketten fanden sich einst am Grunde des Sees Untiefen, die sich heute als in dieselbe Richtung fallende Halbinseln darstellen. Da außerdem die nordwestliche Hälfte des Seebeckens der seichtere Teil gewesen ist, geben diese beiden Faktoren an und für sich schon die genügende Erklärung dafür ab, dass die NW-Seite des Sees schnellerem Überziehen der Verwachsungsmassen unterlag, als die übrigen Uferpartien. Es lassen sich nämlich im N vier solcher Untiefen reconstruieren, die ziemlich genähert und in ziemlich gleichen Abständen einander parallel in der gegebenen Richtung (durch Pfeile angedeutet) laufen und die ihre unterseeischen Fortsetzungen, welche stellenweise als schon sichtbare Schilfpartien über das Niveau des Sees hinaustreten, tief in denselben hineinschicken. Es ist nun ersichtlich, dass jede zwischenliegende Bucht als schmaler und hier in diesem Falle als seichter Seeteil am schnellsten und sichersten verwachsen musste, weil ein größerer Schutz vor Wellen und eine geringere Tiefe von vorne herein vorhanden war. Ferner befand sich ursprünglich auf der NE-Seite jeder der Untiefen resp. am SW-Ufer jeder dieser Einzelbuchten ein breiterer Verwachsungssaum, als auf der SW-Seite, was wir noch heute aus der Ausbuchtungslinie zwischen den Halbinseln schließen können. Die Buchten schlossen sich nun und sind jetzt begriffen, mit ihren Verwachsungsmassen die Uferlinie des gesamten Sees abzurunden. Dieser Vorgang wird sich jedoch hier nicht so schnell und so schön vollenden können, wie wir es am Kirkumäh-See sahen, da gleichzeitig mit dem Hinzielen der Verwachsungsmassen der Buchten auf die Abrundung des Seespiegels auch ein Vorrücken der nur wenig hervortretenden Halbinseln, der ursprünglichen Untiefen, verbunden ist. Die letzteren legen unzweideutig das Bestreben an den Tag, sich mit den in gleicher Linie tiefer in den See hineinliegenden Schilfpartien, ihren unterseeischen Fortsetzungen, zu vereinigen. Die Halbinsel H, die Fortsetzung der gegenüberliegenden U^1, hat keine so breite Verwachsungszone schaffen können, weil H wahrscheinlich tiefer lag und später an der Oberfläche erschien, als die übrigen, und vorzüglich wohl daher, weil die Seetiefe im NE dieser Halbinsel bedeutender war und noch heute ist, als diese im NE von den Untiefen U^1—U^4 je gewesen ist. Es dürfte übrigens nicht allzu lange dauern, so verbinden sich die beiden zusammengehörigen, jetzt

noch gegenüberliegenden, aber auf einander zustrebenden Halbinseln *H* und *U*[1] und werden dann einen neuen See, den Tabbiferschen Anteil abtrennen. Ein zweites Moment, welches hier das Verwachsen im Bereiche der ursprünglichen Untiefen beschleunigte, tritt uns noch in dem Umstande entgegen, dass die Untiefen den durch die Wellen herbeigetragenen Detritus auffingen und durch deren Auflagerung sich erhöhten. Das allmähliche an die Oberfläche des Seespiegels Treten der Untiefen beruht auf denselben Erscheinungen und Wirkungen, wie bei der Barrenbildung der Meeresküste, aber in mehr vereinfachter Weise und geringerem Maße, indem an der SW-Seite derselben die Sinkstoffe bequemer abgeladen werden konnten, als in den tieferen Stellen des Gewässers. Das Verwachsen und das allmähliche Zusammenschrumpfen des Sees wird heute noch dadurch besonders begünstigt, dass sämtliche ihn umgrenzende Hügel völlig von Wald entblößt sind und nur nackte Feldflächen tragen, was nicht nur eine schnellere Wasserabnahme zur Folge haben muss, da der See durch keinen sichtbaren größeren Zufluss gespeist wird und lediglich von den aus den Hügeln hervorgehenden Quellen und von den Tage- und Frühlingswassern abhängig ist, sondern auch was den Winden einen größeren Spielraum für ein reicheres und allzeitiges Hinzuführen von Staub und anderem subaerischem Materiale lässt, als es früher bei vollständiger Bewaldung der Hügel der Fall sein konnte.

Außer obiger Feststellung über Mitwirkung ursprünglich unterseeischer Untiefen bei beschleunigterem Verwachsen des NW-Teils des Sadjerw-See bleibt jedoch immer noch die Annahme bestehen, dass hier nordwestliche Luftströmungen local herrschen mögen, die zwischen den parallel laufenden Hügelketten eingefangen in die nach NW geöffnete Thalweitung des Sees hineinfließen und so wesentlich zur Verwachsung des NW-Endes des Sees beigetragen haben könnten. Hierüber kann aber erst endgültig entschieden werden, wenn von diesem Orte hierauf bezügliche meteorologische Beobachtungen vorliegen werden, die zur Zeit noch gänzlich mangeln. Herrschende nordwestliche Luftströmungen treffen übrigens bestimmte Orte in den Ostseeprovinzen, so unterliegen z. B. die beiden nördlichsten Halbinseln Estlands, Jummida und Perrispäe, dem Einflusse dieser Windrichtung.

Der Sadjerw-See hält in seiner Längenausdehnung etwa 7 Kilometer und ist aller Wahrscheinlichkeit nach, wie die meisten unserer zwischen Moränen liegenden Becken, ein Relictensee mit einem im Verhältnis zur Größe der Ausbreitung höchst geringem Abflusse, dem Muddajöggi, später Laiwa-Flusse, der bei der Ecks'schen Kirche den See verlässt.

Ein gleich schönes Beispiel für das Mitwirken früherer unterseeischer Untiefen, die von NW nach SE streichen, bietet der Walge-jerw (deutsch: der weiße See) im Karkus'schen Kirchspiele in Livland. Außerdem

weist dieser See noch die Merkwürdigkeit auf, dass sich vor einigen Decennien inmitten der auch nur im W und SW den See umschließenden Verwachsungszone noch eine Reihe offener Stellen sich befunden haben sollen, die jetzt völlig überwachsen sind; ebenso ist der ziemlich breite Ausfluss des Sees innerhalb der Verwachsungsregion stellenweise vollständig von Pflanzensubstanz überbrückt worden, so dass man sicher an diesen Stellen über den unterirdisch fortströmenden Fluss hinwegschreiten kann.

Abänderungen von durchgreifender Natur in der durch die von SW nach NE herrschende Windrichtung gegebenen Verwachsungsrichtung der Seen finden dann selbstredend statt, wenn an und für sich die Richtung der local herrschenden Winde auf einen anderen Octanten der Windrose fällt, als auf den in obiger Darstellung für das Ostbalticum als normal angenommenen SW-Wind. Es muss aber hier besonders betont werden, dass nicht alle Orte des Ostbalticums, wie oben schon an einem Beispiele gezeigt, unter der Herrschaft von SW-Winden stehen, und dass an solchen Orten folgerichtig nach den hier erhobenen Voraussetzungen auch in dieser anderen Windrichtung das Fortschreiten der Verwachsungsmassen in eine Seeausbreitung erfolgen wird. Belege können für diese Sonderfälle vorläufig noch nicht beigebracht werden, weil einesteils hierauf bezügliche Untersuchungen an solchen Orten des Ostbalticums von mir noch nicht angestellt worden sind, und weil andernteils die meteorologischen Daten über dieselben noch mangelhafte und unsichere sind.

Den Gegensatz zu dem SW-Ufer bildet in seiner Gestaltveränderung und Entwickelung das NE-Ufer der ostbaltischen Seen, weil es unter dem direkten Einfluss von Wind und Wellen steht. Während das SW-Ufer des Sees das verwachsene, versumpfte, verschilfte, dadurch flachere ist, zeigt sich das NE-Ufer als sandiges und flaches, oder als zerklüftetes, unterspültes und tieferes.

Es erübrigt hier etwas eingehender auch diese Uferbildungen zu betrachten.

Es treten uns hier zwei Verschiedenheiten in den Bildungen von Steil- und Flachufern a priori entgegen, die von der ursprünglichen Uferbeschaffenheit, von deren Relief oder geologischem Charakter abhängen. Fiel ursprünglich das Ufer steil in den Seegrund ab, so bleibt diese Steilheit nicht nur bestehen, sondern wird auch, da die Wellen stetig daran arbeiten, fortgesetzt erhalten. Das Material, aus dem die Ufer zusammengesetzt sind, spielt bei diesen Vorgängen insoweit nur eine verschiedene Rolle, als aus hartem Fels bestehende Steilufer abradiert und zerklüftet werden und die Steilküste als eine vielfach zerrissene, zerspaltene und unregelmäßig verlaufende erscheint, während dagegen Steilufer aus weniger widerstandsfähigem Materiale gescheuert und unterspült werden und einen gleichmäßigeren Verlauf zeigen. In beiden Fällen werden die Abrasionsprodukte,

die Gesteinstrümmer und die nachstürzenden lockeren Massen zerkleinert, zermalmt und durch rückläufige Wellenbewegung tiefer in den See hineingetragen und dort als Bildungsmittel unterseeischer Barrenbildung abgelagert. Die Zerklüftung [1]) und Abrasion der felsigen und die Abscheuerung und Unterspülung der lehmigen, thonigen NE-Ufer von Binnenseen geschieht nicht in der großartigen Weise, wie es die Wellen des Oceans vollführen, sondern in absteigender Wirkungserscheinung.

Im Gegensatz zu der Abnahme der Steilufer und dem Vorrücken der Wasseransammlung nach NE steht das Verhalten der Flachufer zur Brandung. Das im NE eines Binnensees gelegene Flachufer wird stetig mit neuem Detritus übertragen und neue Schlammmengen werden demselben zugeführt, so dass hier teilweise ein Anwachsen meist von anorganischem Material stattfindet, da alle von den Wellen fortbewegten Stoffe, seien es Mineralsplitter oder Organismenreste entweder direkt auf das Flachufer abgelagert, oder auch seewärts zur Barrenbildung, freilich in sehr geringem Maßstabe, verbraucht werden. Aber ein Vorschreiten des Sees in dieser Richtung findet trotzdem statt, indem die Accumulationsprodukte durch Vorgänge der Abrasion bei verstärkter Brandung wieder zerstört werden. Das Vorrücken der Flutmarkenabsätze an NE-Ufern liefert die Beweise hierzu. Im übrigen sind diese Erscheinungen und die wechselnden Uferbildungen noch in höchst ungenügender Weise an unseren Binnenseen studiert worden.

Die Arbeit von Wind und Wellen wird wesentlich noch durch Eisschiebungen [2])unterstützt, welche nach Aufgang der Gewässer mit großer Gewalt die N- und NE-Ufer angreifen und umgestaltend auf dieselben einwirken. Diese Erscheinung kommt in besonders großartiger Weise am Peipus und am Wirzjerw zum Ausdruck. Das Steilufer wird von den Eisschollen erodiert und das Material fortgetragen. Hoch über einander aufgetürmte Eisfelder schieben sich über das sandige Flachufer weit in das Land hinein und hinterlassen nach dem Schmelzen die Menge Schlamm, die sie auf ihrem Rücken herbeigetragen oder aus dem flachen Untergrunde aufgewühlt hatten.

Wie vorhin bereits hervorgehoben, ist es eine merkwürdige Erscheinung im Ostbalticum, dass der Abfluss der größten Seen am N- und NE-Ufer stattfindet. So hat der Wirzjerw seinen Abfluss in dem Embach,

---

1) Vergl. C. Grewingk, Unterseeische Auswaschungen am devonischen Dolomit am Peipus. — Sitzber. der Dorp. Naturf.-Gesellsch. 1881. VI. p. 83.

2) C. Grewingk, Eisschiebungen am Wirzjerw. Archiv für die Naturkunde der Dorp. Naturf.-Ges. I. Sér. V. Bd. p. 1—24.

Ders., Eisschiebungen bei Pernau, am Wirzjerw und am Peipus. — Sitzber. der Dorp. Naturf.-Ges. 1872. III. p. 313.

A. G. Schrenk, Tundren-Reise (Eisschiebungen auf dem Ladoga-See). 1848. I. p. 5.

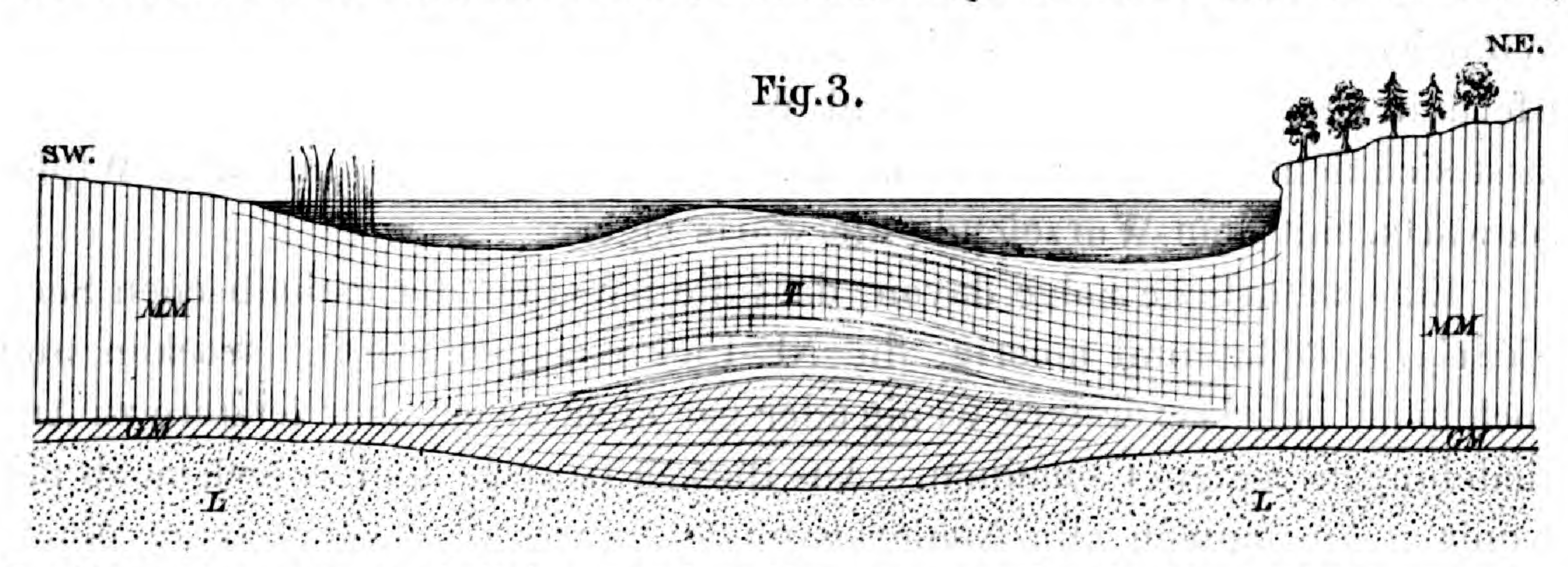
der Peipus in der Narowa, der Lubahnsche See in der Ewst, die Werro'schen Seen in dem Woo u. a. m. Ob Wind und Wellen hierbei eine Rolle spielen, ist vorläufig nicht zu ergründen, und es ist daher diese Frage in Hinsicht der hierin noch mangelnden Untersuchungen als offen stehend zu bezeichnen. Vielleicht hängt das Ausmünden am NE-Ufer der baltischen Seen mit einer anderen Eigentümlichkeit: mit dem allgemeinen Bodenrelief des Ostbalticums zusammen. Das Diluvialplateau fällt nämlich von Lithauen über E-Kurland, SE-Livland und Polnisch-Livland allmählich über N-Livland und Estland zur estländischen Steilküste am finnischen Meerbusen ab, nur einige Male unterbrochen durch bedeutendere Bodenanschwellungen bei Pebalg, Hahnhof, Arrol und dem Emmomäggi. Dieser von SES nach NWN statthabende allmähliche Abfall des ganzen ostbaltischen Plateaus folgt der Richtung, in welcher sich die Gletscher der letzten Eiszeit zurückgezogen hatten. Beruht das nun auf einer durch Senkung hervorgebrachten Einsattelung nach Estland, oder auf mächtiger entwickelten Moränenschüttungen nach Lithauen hin? Ist das letztere der Fall, so würden die in Lithauen mächtigeren Glacialablagerungen ein langsameres Zurückgehen von dort als später von Estland und Finnland hinein anzeigen. Die Lage der Seen ist ja zumeist, wie oben schon gezeigt, durch die Richtung der von SES nach NWN streichenden diluvialen Hügelreihen vorgeschrieben und desgleichen fällt die Erstreckung der in den finnischen Meerbusen hinausragenden Halbinseln Estlands auch in dieselbe Streichungslinie.

Der Gegensatz zwischen dem SW- und dem NE-Ufer spricht sich selbst in den seeartigen Wasseransammlungen auf Moosmooren auf. Es sind die Seen der Moosmoore, ebenso wie die Moosmoorteiche, durchaus eigenartige Bildungen und haben eine ganz abweichende Entwickelungsgeschichte, auf die aber hier näher einzugehen nicht der Ort ist. Nur so viel sei hier hervorgehoben, indem auf die nachstehende Zeichnung verwiesen wird, dass die Moosmoorseen ebensowenig in dem eigentlichen Sinne des Wortes verwachsen, wie oben bereits von den Moosmoorteichen bemerkt wurde, dass sie aber wohl im Laufe der Zeiten bedeutend an Umfang einbüßen und allmählich bis zu ihrem völligen Aufhören zusammenschrumpfen. Das Ausfüllen geschieht hier nur durch Hineinpressen von Torfmassen, welches durch den Druck des umgebenden Moors hervorgerufen wird.

Aber trotz der von dem Verwachsen anderer Wasserausbreitungen abweichenden Bildungsweise der Moosmoorseen spricht sich doch an denselben eine Verschiedenheit in den gegenüberliegenden Uferbildungen aus, die nur auf Wind- und Wellenthätigkeit allein zurückzuführen ist. Unsere Abbildung zeigt den etwa $^1/_4$ Quadratkilometer großen Moosmoorsee des Oerdi-Rabba (deutsch: Oerdi-Moosmoor), eines etwa 65 Quadratkilometer großen und im Fellin'schen Kreise gelegenen Moosmoors. Die emporgepressten Torfmassen erreichen bereits in der Mitte des Sees beinahe

die Wasseroberfläche, und es dürfte der Zeitpunkt nicht zu weit hinausliegen, in welchem die Mitte des Sees beständig von einer flachen Insel eingenommen werden wird, welche übrigens schon in sehr trockenen Jahren vorübergehend auf kurze Zeit zum Vorschein gekommen sein soll. Die tiefsten Stellen zeigen nur noch 5—6 Fuß und befinden sich ziemlich in der Nähe des Ufers und zwar des NE-Ufers. Die Vegetation ist hier, wie in allen Moosmoorseen, durchaus dürftig (schon des Kalkmangels wegen) und es ist eine solche nur an dem bei weitem flacheren SW-Ufer zu finden, wo sich neben vereinzelten Exemplaren von *Nymphaea alba* L. und *Potamogeton natans* L. noch Partien von *Scirpus lacustris* L. mit spärlich eingesprengten Exemplaren von *Arundo Phragmites* L. festgesetzt haben. Das gegenüberliegende NE-Ufer hat nicht nur keine Vegetation aufzuweisen, sondern fällt auch mit 2—3 Fuß hohem Uferrande senkrecht in das Wasser ab. Dieses steile Torfufer wird von den daranspülenden Wellen unterwühlt,

Fig. 3.



Profil und Lagerungsverhältnisse an dem Moosmoorsee des Oerdi-Rabbas. *MM* = Moosmoor-Torf; *GM* = Grasmoor-Torf; *T* = hineingewölbte Massen von Schlamm und Torf; *L* = sandig-lehmiger Untergrund. In der Längenausdehnung sehr verkürzt gezeichnet.

so dass hier und dort Torf- und Moosrasenstücke von 4—10 Fuß Länge, von etwa 3—4 Fuß Breite und von ebenso vielen Fußen an Mächtigkeit in den See stürzen, um hier von den Wellen zerkleinert und als feine Torfpartikelchen in tieferen Stellen abgesetzt zu werden. Während das W-, SW- und S-Ufer eine kaum unterbrochene und ziemlich gleichmäßig fortlaufende Bogenlinie beschreibt, ist das NE-Ufer ausgezackt und durch kleinere Einbuchtungen unterbrochen. Einen eigentümlichen Anblick bietet dieser Uferrand dar, wenn undurchsichtige braunschwarze Wellen an das glänzend schwarze Torfgestade, welches von dem ödfarbigen Moosmoorrasen überdeckt ist, heranspritzen. Die spärliche Vegetation, die am SW-Ufer des Sees sich angesiedelt hat, trägt vorläufig fast nichts oder nur sehr wenig zum Ausfüllen resp. Verwachsen des Sees bei, denn sie hat wahrscheinlich erst vor kurzer Zeit dort Platz greifen können, und zwar als der See durch Emporpressen von seitlichen Torfmassen so seicht, wie er heute sich darstellt, geworden ist. Der Grund des Sees lag ursprünglich, nach Ausweis von Bohrungen, 15 Fuß tiefer.

Sämtliche untersuchten Moosmoorseen, welche übrigens nicht allzu häufig und nur auf den größeren ostbaltischen Moosmooren zu finden sind, tragen dasselbe Gepräge, wie der oben geschilderte des Oerdi-Moors. Noch auffallender als an diesem See ist die Bildung des E-Ufers des Suurjerws (deutsch: des großen Sees) im Tois'schen Moosmoor in Estland. Die Torfmasse ragt durchschnittlich 5, aber häufig auch bis 8 Fuß über das Wasser empor und ist gleichfalls überall dort, wo dasselbe unter dem Einfluss der Wellen steht, unterspült und eingebuchtet. Die unmittelbar auf dem Uferrande wachsenden Moorkiefern neigen seewärts über und viele sind mit abgelösten Torfstücken in den See gestürzt. Der unmittelbar daranstoßende unterseeische Uferteil, der an diesem See bei durchsichtigerem Wasser die Bodenwellen der emporgehobenen Torfmassen sehr schön zeigt, ist dicht bedeckt mit Kiefernstämmen und anderen Vegetationsresten, welche den deutlichsten Beweis für das Vorrücken des Sees in der gegebenen Windrichtung liefern. Dass die Stämme der Moorkiefern nicht von anderen Ufern des Sees durch Wellen und Wind hierher getragen worden sind, lässt sich deutlich daraus entnehmen, dass alle dieselben mit dem Wipfel seewärts, mit dem Wurzelende uferwärts lagern.

Eine natürliche Folge davon, dass die SW-Ufer der ostbaltischen Seen niedrig, sumpfig und moorig, die NE-Ufer dagegen sandig, trocken und hoch sind, ist, dass erstere wenig oder gar nicht, wohl aber letztere zu Ansiedelungen geeignet scheinen. Aus diesem Grunde finden sich auch mit wenigen Ausnahmen alle Niederlassungen, welche unmittelbar an einem Seeufer angelegt sind, im Ostbalticum ausschließlich auf dem N- und E-Ufer, Um nur einige Beispiele hier anzuführen, seien auch nur solche von unseren größten Seen beigebracht. Am Peipus liegen auf dem E- und N-Ufer unmittelbar am Seerande die Stadt Gdow, die Flecken Domashirsk und Sirenetz und zahlreiche Kirchdörfer und Begüterungen. Am W-Ufer des Sees finden sich auch die Flecken Wöbs und Meks, aber diese sind vom Seeufer entfernt tiefer ins Land hineingelegt worden. Freilich liegen im nördlichen Teile des W-Ufers desselben Sees unmittelbar an demselben die beiden russischen Dörfer Tschornaja und Krasnaja-Gorka, aber hier fällt die Unterstufe des Devon, der Old-red-sandstone, auch unmittelbar als Steilufer zum See ab. — Am ganzen W-Ufer des Wirzjerws liegen weder Güter noch Bauernhöfe unmittelbar auf dem Seegestade, während am N- und E-Ufer zahlreiche Forsteien, Gesinde, Krüge u. s. w. sich befinden. — An dem großen Lubahn'schen See ist nur an der NE-Ecke desselben überhaupt die einzige unmittelbar am Ufer befindliche Niederlassung gelegen. — Die Stadt Werro liegt auch am NE-Ufer der beiden Zwillingsseen, des Tammula und Waggula. — Die Beispiele könnten beliebig noch vermehrt werden; es genügt hier diesen Nachweis an unseren größten Seen geliefert zu haben.

Die oben geschilderten Zustände des von der Verwachsung nicht

ergriffene NE-Ufers können auch nicht stetig währen, denn das Ziel des Verwachsens ist die allendliche Überdeckung des ganzen Gewässers. In welch vollendeter Weise das erreicht wird, bezeugt eine große Fülle verwachsener resp. überwachsener Seen im Ostbalticum. Das NE-Ufer wird auch endlich einmal in die Verwachsungslinie hineingerissen und dieser Vorgang vollzieht sich gewöhnlich in nachstehender Weise:

Das offene Seebecken, durch die Verwachsung an der SW-Seite angegriffen, verliert allmählich an Umfang, bis es endlich im Laufe der Jahrtausende, was sich je nach der Größe der Wasserausbreitung richtet, so klein wird, dass durch die Einwirkung des Windes keine großen Wellen mehr erzeugt werden und infolge dessen die vegetativen Neubildungen am NE-Ufer nicht mehr zerstört und aufgehoben werden können. Es tritt offenbar das Streben hier zu Tage, die Wasserausbreitung nach Möglichkeit einzuschränken und die Bedingungen für ein schnelleres Vordringen der Verwachsungsmassen zu schaffen. Es findet somit der oben ausgesprochene Satz gleichfalls hier seine volle Anwendung: je kleiner ein Wasserspiegel ist, desto schneller und energischer geht der Akt des Verwachsens vor sich, und umgekehrt vollzieht sich derselbe um so langsamer, je größer das Wasserbecken war. Die Verwachsungszone umschließt, um ihrem Ziele näher zu kommen, mit etwa $^3/_4$ Kreisumfang das Gewässer und schnürt dasselbe in immer engere und engere Bande bis zu dem Zeitpunkte, wo das Herandrängen der noch offenen Wasserstrecke an den von der Verwachsung noch unberührten NE-Winkel des Sees gänzlich aufgehoben wird. Dann vereinigt sich der Verwachsungsgürtel zu einem geschlossenen Grasmoorkranze um den See herum und der Kampf der Vegetation gegen das Wasser findet nun allseitig statt.

Aber auch schon früher, bevor ein vollständiges Schließen des Verwachsungsringes bewerkstelligt ist, können am NE-Ufer Neubildungen von localisierten Verwachsungen stattfinden. Es sind in diesem Falle Buchten dieser Uferstrecke, die das Verwachsen begünstigen, oder vorgelagerte Barren und Inseln, in deren Windschatten die Verwachsungsmassen hinübergreifen und das gegenüberliegende NE-Ufer in Mitleidenschaft ziehen. Es sind aber auch gewisse Gewächse überaus thätig, die Wirkung von Wind und Wellen zu paralysieren, was ihnen auch häufig durch Hervorbringen von inselartigen Verwachsungsstellen an dem NE-Ufer gelingt. Solche Inseln vereinigen sich unter einander, vergrößern sich allmählich und schließen sich dem allgemeinen Verwachsungssaume an. Von den für eine solche Aufgabe befähigten und mit besonderen Ausrüstungen begabten Gewächsen sind im Ostbalticum besonders hervorzuheben: *Scirpus lacustris* L., *Arundo Phragmites* L., *Glyceria aquatica* Wahlberg und *Graphephorum arundinaceum* Aschers., die auch durch Erzeugung von Schwingrasen, wobei übrigens nur die drei zuletzt genannten sich beteiligen, siegreich den Kampf gegen Wind und Wellen bestehen.

Ein schönes Beispiel dafür, dass die Kraft des Anpralls der Wellen durch Schwingrasenbildung gelähmt wird, giebt der in der Nähe Dorpats gelegene Keri-See ab. Der Schwingrasen, vorherrschend von *Graphephorum* gebildet, zieht sich in 100—200 Fuß mächtigem Gürtel am NE-Ufer in den See hinein und schwimmt etwa über 1—4 Fuß tiefem Wasser, welches wiederum auf festem Sandboden ruht, so dass man beim Durchbrechen durch denselben auf einen festen Untergrund tritt. Der Schwingrasen ist durch Nebenwurzeln, Seitenwurzeln und besonders durch Radicellen fest in einander gewebt und hin und wieder je nach der Uferbildung durch stärkere Nebenwurzeln eingeankert. Dabei ist der Schwingrasen elastisch genug, um an der Seeseite allen Wellenbewegungen einesteils zu folgen, anderenteils aber auch dieselben zu schwächen und näher zum Lande hin vollständig aufzuheben. Denn zur Peripherie, zum Ufer hin, beginnt das eigentliche Verwachsen durch eine Reihe anderer Gewächse.

Der in dieser Weise entwickelte Schwingrasen, ebenso wie anderes Röhricht, leitet den Angriff und das Vordringen von Verwachsungen an einem ungeschützten Ufer ein, zu welcher Aufgabe die denselben erzeugenden Gewächse durch Massenentwickelung von Radicellen ganz besonders befähigt erscheinen. Die Radicellen haben hier eine zweifache Arbeit zu vollführen: erstens durch das Verfilzen eine feste zusammenhängende Decke herzustellen und zweitens als vermehrte Nahrungsfänger, als Saugwurzeln, die in dem Wasser in geringerer Menge vorhandenen anorganischen Nährstoffe festzuhalten, aufzusaugen und der Pflanze zuzuführen. Gleichsam ein doppelter Kampf: gegen das Wasser und gegen die Genossen derselben Art. LORENZ[1]) beobachtete gleichfalls, dass *Arundo Phragmites* L., das Rohr, wo es in die Luft über dem Substrat ragt, ohne Adventivwurzeln ist, dass aber dessen Halme unter dem Wasser, und ganz besonders dort, wo es im See der Brandung ausgesetzt ist, ein so starkes Wurzelgeflecht bildet, dass man darüber hinweggehen kann. Der Rohrwald bricht die Gewalt der Wellen und bildet gleichzeitig zwischen sich Humus durch die Menge seiner eigenen abgestoßenen Reste, welche sonst bei mangelnder Bewachsung der Ufer durch Rohr durch die brandenden Wellen aufs Land geschleudert werden würden.

Durch die auf das NE-Ufer ausgeworfenen Pflanzenreste entstehen über reinen Sandlagen oft der Landmarsch ähnliche Bildungen, die besonders im Frühlinge abgelagert werden, so dass man hier auch eine durch einen sehr häufigen Wechsel von äußerst dünnen Lagen bestehende Schichtung antreffen kann, wenn dieselben durch die Brandung nicht zerstört sind.

---

1) l. c. p. 293.

Als weiteres Ergebnis aus den obigen Betrachtungen über den Einfluss der mittleren Windrichtung auf das Verwachsen der Gewässer stellen sich uns Fragen entgegen, deren noch zu erwartende Beantwortung uns Aufschlüsse über den postglacialen Wechsel der herrschenden Windrichtung, der Wasserstandsverhältnisse der Binnenseen, über relative Altersbestimmungen derselben u. a. m. bringen wird. An eine Lösung der sich hieraus ergebenden Aufgaben habe ich leider noch nicht schreiten können. Ich setze jedoch eine gedrängte Diskussion über die beiden hauptsächlichen Fragen anhangsweise und zwar mit dem lebhaften Wunsche hierher, dass dieselben auch andernorts zu eifrigen Untersuchungen veranlassen mögen.

Untersuchen wir zunächst die Frage, ob derselbe Wind während der ganzen postglacialen Periode in eben derselben Richtung und Geschwindigkeit auch stets geherrscht haben mag, ob also der SW-Wind, der im größten Teile des Ostbalticums heute der herrschende ist, in dem ganzen Zeitraume von dem Zurückgehen der Gletscher an bis auf heute die Verwachsung der Seen unter seinen Einfluss gestellt hat? Dass ein Klimawechsel, hervorgerufen durch geologische Veränderungen, während der Postglacialzeit im Ostbalticum stattgefunden hat, geht nicht nur aus der Wechsellagerung der Torfschichten von verschiedener Zusammensetzung mit Evidenz hervor, sondern auch aus der heutigen Verteilung der Relictenflora jener bald trockneren, bald feuchteren postglacialen Perioden, die, wie zuerst von Blytt [1]) für Norwegen nachgewiesen, in 3—4maligem Wechsel das Ostbalticum überzogen haben. Nun liegt allerdings die Vermutung nahe, dass mit dem Wechsel der Klimate auch ein Wechsel des herrschenden Windes mit eng verbunden gewesen sein könnte. In dieser Voraussetzung würde man annehmen können, dass während der subborealen Zeit, als Repräsentanten der Steppenflora unser Land und einen großen Teil von Europa überzogen, die Flora unter der Einwirkung von trockenen östlichen Luftströmungen eingewandert sei. Die Relictenpflanzen aus jener Zeit, von welchen das Ostbalticum noch ein bedeutendes Contingent aufzuweisen hat, zeigen heute die Tendenz, sich nach Möglichkeit dem Einflusse des SW-Windes zu entziehen. Wie wir es unten an einem Beispiele sehen werden, besiedeln die subborealen Florenelemente zum größten Teile die östlichen Abhänge unserer Hügelgelände und suchen sich so der Einwirkung der von E wehenden Luftströmungen, gleichzeitig aber auch der größeren Intensität der Insolation auszusetzen. Jedenfalls muss der Einfluss der SW-Winde, besonders als Feuchtigkeitsspender, in jener Zeit ein weit geringerer gewesen sein, als heute, da ein Occupieren durch xerophile Gewächse sonst

1) A. Blytt, Essay on the immigration of the norwegian flora during alternating rainy and dry periods. 1876.

A. Blytt, Die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate. — Engler's Botanische Jahrbücher Bd. II. 1881.

vollständig ausgeschlossen wäre. Eingehendere Untersuchungen der Verwachsungsmassen an Seerändern werden nun aus der Schichtenfolge derselben diese Frage entscheidende Schlüsse zu ziehen haben. Aber besonders Bohrungen auf den sandigen, von der Verwachsung intact gelassenen Strecken eines Seeufers, also in unserem Falle auf dem NE-Uferrande, werden die Antworten auf diese Fragen bringen können, da ein Unterteufen von Torfschichten unter der heutigen Sanddecke den sichersten Beleg dafür liefern wird, dass auch der in jener Zeit herrschende E-Wind Verwachsungsmassen zu erzeugen im Stande gewesen ist. Geht man nun von der Voraussetzung aus, dass während der ganzen Postglacialepoche SW-Winde als herrschende geweht haben, so ist gleichzeitig die Frage zu untersuchen, ob diese Winde auch immer die Feuchtigkeit spendenden gewesen sind, was besonders für die Wechsellagerung der Torfschichten in den Moosmooren von außerordentlicher Wichtigkeit erscheint. Es handelt sich bei allen diesen Untersuchungen lediglich um die Feststellung der herrschenden Windrichtung in jenen aufeinanderfolgenden postglacialen Perioden. Ist diese erkannt und ergiebt es sich, dass zu allen Zeiten, wie auch heute, SW-Winde geherrscht haben, so ist die weitere Feststellung über den Wechsel des Feuchtigkeitsgehalts desselben Windes mit geringeren Schwierigkeiten verknüpft, da die Ursachen in geologischen Umgestaltungen der europäischen Continentalmassen zu suchen sein dürften. Nach von mir erhobenen Untersuchungen fand aller Wahrscheinlichkeit nach postglacial ein zweimaliges, fast vollständiges Zurücktreten der Ostsee statt und der Nachweis des Zusammenfallens des letzten Zurücktretens mit der Einwanderungszeit der subborealen Flora kann unschwer beigebracht werden. Ein Überwiegen der SW-Winde während der Postglacialzeit scheint vorläufiger Annahme und aller Wahrscheinlichkeit nach stets stattgefunden zu haben. Es ist aber auch ziemlich fraglos, dass zur subborealen Zeit auch E-Winde die Herrschaft gehabt haben mögen, aber, wie wir wenigstens aus dem heutigen Charakter der bei uns auftretenden östlichen Luftströmungen schließen können, ist ihr Einfluss auf die Vegetation und auf die Gewässer von sehr untergeordneter Bedeutung, weil sie mit sehr geringer Stärke während der Vegetationsperiode und anhaltend nur im Winter wehen. Gesetzt auch den Fall, dass E-Winde geherrscht und ihre Wirkungen auch im Verwachsen der Gewässer geltend gemacht haben mögen, so kann dieser Einfluss durch die westlichen Winde später paralysiert und aufgehoben worden sein, oder, wie oben vorausgesetzt, in den hiervon abhängigen Schichtenfolgen der Verwachsungsmassen niedergelagert sein, die der Untersuchungen aber noch harren. Bohrungen werden entschieden Licht in diese Verhältnisse hineintragen und den Nachweis über ein negatives oder positives Resultat für den Wechsel postglacialer Windrichtung geben.

Freilich kommt bei Untersuchungen über postglaciale Windrichtungen

noch die Zwischenfrage in Betracht, ob die mittlere Windrichtung oder ob die mittlere Windstärke das wirksame Princip bei Zurückdrängen der Verwachsung durch Wellenerzeugung abgiebt; mit anderen Worten, ob eine stetig angreifende Welle oder ob eine periodische plötzliche und heftige Brandung das Ein- und Umsichgreifen der Vegetation aufzuhalten im Stande ist? Fortwährend thätige Wellen dürften in diesem Falle wohl maßgebend sein, denn die auf kürzere Zeiträume unterbrochene, wenn auch nicht immer intensive Wellenthätigkeit vollführt eine langsam fortschreitende, aber sichere Arbeit im Gegensatz zu der verhältnismäßig selten auftretenden Brandung. Es ist diese Frage durchaus noch zu untersuchen und zu entscheiden. Wiewohl die Wirkung der mittleren Windrichtung gegenüber der mittleren Windstärke die größere Wahrscheinlichkeit besitzt, und wiewohl beide Ursachen in ihrer Wirkung auf das Verwachsen der Gewässer noch nicht getrennt werden konnten, bleibt die Annahme nicht ausgeschlossen, dass durch die Wechselwirkung der beiden vereinigten Kraftäußerungen die Erscheinungen, wie sie uns bei den in der Phase des Verwachsens begriffenen Seen entgegentreten, hervorgerufen werden.

Im Zusammenhange mit dem Vorausgeschickten tritt uns die weitere Frage über den möglichen und wahrscheinlichen Wechsel der im Laufe der postglacialen Zeiten stattgefundenen Wasserstandsverhältnisse unserer Binnenseen entgegen. Hierbei kommt noch eine Reihe anderer Fragen in Betracht, die außer Acht zu lassen ebensoviele Fehlerquellen für die richtige Beurteilung dieser Verhältnisse begreifen würden. Es muss bei Betrachtung dieses Gegenstandes neben anderem vorzüglich folgendes volle Berücksichtigung erfahren: erstens die Abnahme der Gewässer an und für sich, wobei die heutige Entwaldungsfrage auch keine unbedeutende Rolle spielen dürfte; zweitens plötzliches oder allmähliches Abfließen durch geologische und andere Ereignisse veranlasst, wie Durchbrüche, Durchsickern u. s. w.; ferner das Erhöhen des Seegrundes durch Auflagerung von Schlammmassen; ferner die durch Mithilfe des Menschen vollzogenen Veränderungen, und schließlich die Wirkungen der das ganze Land betreffenden geologischen Ereignisse. Die Wirkungen sämtlicher hier verschieden eingreifender Ursachen werden das Gleichgewicht zu stören suchen, wenigstens insoweit, als das absolute Überwiegen der Wirkung eines Agens nur im Laufe langer Zeiträume hervortreten kann, wie z. B. auf Kosten einer stetigen Wasserabnahme durch Gebundensein thatsächlich eine stetige Zunahme der Verwachsungsmassen trotz der stetigen Erhöhung des Wasserspiegels erfolgt.

Sehen wir von gewaltsamen Durchbrüchen, plötzlichem teilweisem Abfließem[1]) sowie von anderen störenden Eingriffen und Umwälzungen ab,

---

1) Letzteres ist z. B. bei den Werro'schen Seen der Fall gewesen, die ursprünglich das Zehnfache ihres heutigen Umfangs besessen haben mögen, aber wie an einem anderen

welche die Seen postglacial betroffen haben mögen, so können wir vorläufig voraussetzen, dass das ursprüngliche Niveau unserer Seen im allgemeinen tiefer gestanden hat als heute. Es müssen nämlich die vertical über der Verwachsungsmasse des Seewassers geschaffenen Torflager und ebenso das horizontale Übergreifen derselben über den ursprünglichen Rand des Gewässers, desgleichen auch die Überschlickungen von den Uferrändern her in Abzug gebracht werden, was für jeden zu untersuchenden See noch besonderen Modificationen, welche eben von localen Umständen abhängen, unterliegen wird. Obgleich die Wasserspiegel unserer Seen nach Beurteilung dieser Verhältnisse postglacial niedriger gestanden haben als heute, ist der Untergrund derselben bedeutend tiefer als jetzt und die Oberflächenausbreitung eine um das mehrfache die heutige übertreffende gewesen. Bei Seen und auch bei Bächen und Flüssen erhöhen sich die Betten derselben durch Schlamm und Detritus bei gleichzeitiger Einengung durch die Verwachsungsmassen in der Mehrzahl der Fälle zum wenigsten ebenso schnell als die Zunahme der Torfmoorbildung über der Verwachsungsmasse selbst, so dass die Niveauverhältnisse annähernd die gleichen bleiben und der Moortypus (nach Lorenz) sich nicht zu ändern braucht.

Während der Interglacialzeit mögen die Wasserstands- und Wasserverteilungsverhältnisse im Ostbalticum ganz andere gewesen sein, worüber bisher nicht die geringsten Spuren bei uns entdeckt worden sind, ebensowenig über interglaciale Moorbildungen, deren Vorhandensein mehr oder weniger Wasseransammlungen voraussetzt und uns dann Nachweise über solche überliefern könnte. Es ist schwer anzunehmen, dass die das ganze Land überdeckenden Binneneismassen überhaupt Reste von solch weichen und wenig widerstandsfähigen Erdrindenbildungen völlig unzerstört gelassen haben, es sei denn, dass unter mächtigeren Glacialüberschüttungen noch Moorbildungen interglacialen Ursprungs entdeckt werden, die aber in keinem Zusammenhange mit den postglacialen auftreten werden. Daher können wir vorläufig voraussetzen, dass, so lange keine interglacialen Moorbildungen entdeckt sind, nach dieser Seite über interglacial-hydrographische Verhältnisse nichts festgestellt werden kann. Es bleibt außerdem erfahrungsgemäß die Befürchtung ausgeschlossen, dass darunterlagernde interglaciale Vertorfungen den richtigen Einblick in die heutigen Moorbildungen und in die Bestimmungen von postglacialen Wasserstandsverhältnissen unserer Seen stören würden. — Von überschütteten postglacialen Torfbildungen sind mehrere im Ostbalticum bekannt geworden, von denen sogar einige in großer Ausdehnung sich finden, wie z. B. die fast an der ganzen W-Küste Kurlands zu Tage tretenden braunkohlenartigen

Orte (»Eine Flussfahrt auf dem Woo«, Sitzungsber. der Dorp. Naturforscher-Gesellsch. 1885. VII. p. 227) von mir nachgewiesen ist, durch Erosion des Woo-Flusses oberhalb Paidra etwa auf ihr heutiges Areal zurückgedrängt sind.

Lager[1]). Durch Senkung dieser vor Zeiten weit tiefer in das Meer hineingeschobenen Küste, auf der die Torfbildungen entstanden, wurden sie mit mächtigen Meeresalluvionen überlagert.

Jedenfalls geht aus der obigen Discussion zur Genüge hervor, dass in dem Gesetze des windseitigen Verwachsens der Gewässer auch der Schlüssel enthalten ist, um den Wechsel mittlerer Windrichtungen, sowie gleichzeitig den Wechsel der Wasserstandsverhältnisse unserer Seen in den postglacialen Perioden bestimmen zu können. Auch relative Altersbestimmungen über die ostbaltischen Seen werden sich bei diesen Untersuchungen ergeben, da Bohrungen den Nachweis über späteres oder früheres Entstandensein derselben liefern werden.

Hiermit seien dann die Betrachtungen über den Einfluss der mittleren Windrichtung auf das Verwachsen und Überwachsen der stehenden Gewässer geschlossen. Bevor wir jedoch zu einer solchen der fließenden Gewässer übergehen, seien noch einige Worte über ein Verwachsen des Meeres, wie eingangs erwähnt, beigebracht. Die Thatsache, dass das Meer durch Massenentwickelung von Vegetabilien auch an Umfang abnimmt, wird besonders durch Brackwasserbildung und Mangrovebildungen erhärtet, die analog der Verwachsungszone an Binnenseen auch nur unter dem Schutz vor Wind und Wellen vor sich gehen. Aber diese Erzeugungen sind im Verhältnis zur Großartigkeit der Oceane so winzig, so gering, dass sie verhältnismäßig fast gar keine Configurationsänderungen hervorzubringen im Stande sind, und in Bezug auf Einschränkung des Meeresumfangs durch andere Küstenveränderungen gänzlich aufgehoben werden, wobei noch säculäre und simultane Hebungs- und Senkungserscheinungen und andere geologische Vorgänge ihre bedeutungsvolle Rolle spielen. Hervorragend ausgezeichnet ist die Entwickelung und Umbildung einer dem Winde und der Brandung ausgesetzten Meeresküste. Auch hier stellen sich ebenso wie bei Binnenseen, aber in weit großartigerer Weise, Steil- und Flachküsten in Gegensatz; entweder sind sie im ersteren Falle der zerstörenden Gewalt, im anderen der absetzenden, anhäufenden und wieder vorrückenden Macht der Brandung unterworfen. Das Ziel des vollständigen Verwachsens eines Gewässers, das bei kleineren Wasserausbreitungen des Binnenlandes vielfach schon erreicht worden ist, dürfte in Bezug auf das Meer illusorisch und unerreicht bleiben.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass Willkomm sich über den Mangel echter Strandwiesen im Ostbalticum beklagt. Aus obiger Darstellung dürfte wohl zur Genüge die Erklärung für das Fehlen derselben bei uns hervorgehen, dass die dem SW-Winde exponierten fast buchtenlosen Küsten des

1) G. v. Helmersen, Bericht über die in den Jahren 1872—1876 in den Gouvernements Grodno und Kurland ausgeführten, geologischen Untersuchungen etc. — Bull. de l'acad. d. sc. de St. Pétersbourg, XXIII. 1877.

baltischen Festlandes, wie der Inseln, Bildungen von hochbegrasten, kräuterreichen Strandwiesen gar nicht oder nur in sehr geringer Ausbreitung tragen können. Jedoch finden sich in der That solche an der E-Küste der baltischen Inseln, sowie an geschützten Buchten, also im Schutze vor dem herrschenden Winde und vor Übersandungen; auch die einzige von Willkomm namhaft gemachte echte Strandwiese bei Jamma auf Oesel befindet sich an einer geschützten Bucht.

Die fliefsenden Gewässer.

Die fließenden Gewässer wirken der Verwachsung am ausgiebigsten durch die Strömung entgegen. Bei solchen Gewässern mit geringem Breitendurchmesser gelingt eine kräftige Wellenerzeugung durch den Wind ebensowenig, als wie bei den Teichen, die daher auch ein windseitiges Verwachsen nicht so augenfällig erscheinen lassen, als es bei breiteren Flüssen und Strömen mit nicht zu heftigem Gefälle und Stromgeschwindigkeit der Fall ist. Die Eroberung des Flussterrains durch Gewächse kann hier je nach den gebotenen Umständen sowohl ein Verwachsen, als auch ein Überwachsen sein. Die Ausgangspunkte des Verwachsens sind auch meist vorgezeichnete, da von flacheren Ufern aus ein schnelleres Besiedeln, als von Steilufern aus erfolgen und ebenso in seichterem Wasser bequemer und schneller dieser Vorgang sich vollziehen wird, als in tieferem. Nach meinen Beobachtungen lässt sich bei den größten Flussläufen im Ostbalticum, sofern ihre Stromrichtung eine nördliche oder südliche, oder annähernd eine solche ist, auch der Nachweis über den Einfluss der mittleren Windrichtung beim Verwachsen oder seitlichen Weiterrücken beibringen, weil das windseitige Ufer häufiger flache Grasmoorbildungen, die dem Flussbette schon abgewonnene Strecken teilweise begreifen, zeigt, als das gegenüberliegende Ufer, welches das steilere und tiefer ins Bett abfallende, also das in das Land hineinrückende ist. Es ist selbstredend, dass eine große Summe von Einwirkungen anderer Natur hier bei den Veränderungen von Flussläufen in Betracht kommt, so dass das windseitige Verwachsen oder seitliche Vorrücken nicht in der Deutlichkeit uns entgegentritt, wie bei unseren mittelgroßen Seeausbreitungen.

Der Vorgang des Verwachsens eines Flusslaufes im Ostbalticum ist im allgemeinen folgender: Haben zuerst flutende, schwimmende und untergetauchte Gewächse, die an solchen Stellen der Flussserpentinen sich am günstigsten entwickeln, welche von der Stromrichtung nicht getroffen sind, im Vereine mit dem zwischen ihnen abgelagerten Detritus soweit vorgearbeitet, dass *Butomus umbellatus* L., *Sagittaria sagittaefolia* L., *Glyceria aquatica* Wahlberg, *Acorus Calamus* L., *Arundo Phragmites* L., *Scirpus lacustris* L., *Graphephorum arundinaceum* Aschers., *Ranunculus Lingua* L., *Oenanthe aquatica* Lmk., *Cicuta virosa* L. u. a. schon einen geeigneten

Vegetationsboden finden können, so wirken diese Gewächse durch Massenentwickelung darauf hin, das Gefälle des Flusses, welches schon durch die erste Pflanzenansiedelung geschwächt worden war, durch das vollständige Überziehen des Flussbettes gänzlich aufzuheben. Das Flusswasser hört bald zu fließen auf, sickert aber zwischen Stengeln und Radicellen hindurch und ladet noch feineren Detritus ab, der gleichsam von der Vegetation abfiltriert wird. Zugleich ist das Streben dieser meist rohr- und schilfartigen Wassergewächse darauf gerichtet, ihren Vegetationsboden durch Stauen des Flusswassers zu verbreitern, damit ihre Sippe sich in noch großartigerer Weise ausdehnen kann. Entweder übernehmen die Ausführung dieser Aufgabe die oben aufgeführten Pflanzen insgesamt vergesellschaftet, wie beim Ardla-Flusse bei Dorpat, der einen fast völlig verwachsenen See gleichen Namens durchfließt oder besser durchsickert, oder nur einzelne Arten treten in Massenvegetation auf und erobern für sich allein das Terrain. In letzterer Weise hat z. B. *Butomus umbellatus* L.[1]) in dem Woo-Flusse bei Bentenhof und *Arundo Phragmites* L. in vielen Flüssen des Ostbalticums stellenweis als Alleinherrscher das Flussbett überzogen. Ausgedehnte Pflanzenbarren hat *Acorus Calamus* L., ein für das Ostbalticum synanthropes Gewächs, in Polnisch-Livland an dem Dubena-Flusse, einige Kilometer oberhalb des Gutes Arrendol erzeugt. Diese einige Quadratkilometer umfassende Pflanzenbarre lässt einen Einblick in die noch großartigeren des tropischen und subtropischen Afrikas gewähren.

Die Pflanzen versperren dem Flusse allmählich vollständig den Weg. Derselbe durchbricht bei Hochwasser oder bei plötzlich eingetretenem Auftauen der Gewässer, wo die Stromgeschwindigkeit besonders erhöht ist, zuweilen den Pflanzenwall. Dabei werden gleichzeitig die mit den Radicellen und Wurzeln festgefrorenen Pflanzenrasen plötzlich gehoben, aus dem Zusammenhange mit der übrigen Pflanzendecke gerissen und zerstückelt. Dann sieht man solche Pflanzeninseln im Strome treiben und, nachdem die Überschwemmung sich verlaufen, findet man viele Meter große Rasenstücke auf den den Flusslauf begleitenden Grasmoorstrecken liegen, wohin sie die Gewalt des Stromes und der Wellen gebracht hat. Das Ablagern von schwimmenden Rasenstücken habe ich auch in der Mehrzahl der beobachteten Fälle auf den Wiesen der N- und E-Seite des Flusslaufes gefunden; dieselben treiben, da sie mehr Fangfläche dem Winde bieten, bequemer als die Eisschollen vor dem Winde einher und werden auch stets dorthin getragen, wohin der Wind weht.

Der Fluss sucht seitlich dem Vordrängen der Vegetation auszuweichen und zwar meist unter dem Winde, aber die Vereinigung der Pflanzen erweist sich häufig kräftiger als das fließende Gewässer und füllt das Flussbett so vollständig aus, dass nur noch eine eigentümliche Vegetation das

1) Woo-Fahrt, l. c. p. 207.

verschwundene Flussbett bezeichnet. Beispiele für vollständig verwachsene, nicht überwachsene, Flüsschen hat das Ostbalticum genügend aufzuweisen und zwar nimmt das Verwachsen gleichzeitig an mehreren Stellen und Strecken im Quellgebiet zuerst seinen Anfang.

In dieser zweifachen Weise findet der Kampf zwischen Verwachsen und Strömung statt: entweder werden bis Kilometer breite und weite Pflanzenbarren geschaffen an Flüssen, die in einem vertieften und unverwachsenen Bette nur 5—20 Meter Breite besitzen, oder Bäche versumpfen und verwachsen, ohne dass ihre Wasser gestaut werden, wobei die Verwachsung im Quellgebiet gewöhnlich beginnend allmählich dem Laufe folgend thalabwärts vorschreitet. Hierbei kommt derselbe Satz wie bei den stehenden Gewässern wiederum in Anwendung, dass, je weniger breit das Bett eines fließenden Gewässers ist, desto schneller sich auch dasselbe mit Verwachsungsmassen ausfüllen wird. Von viel bedeutenderem Einfluss, als es bei den Seen der Fall sein konnte, ist die allgemeine Wasserabnahme, mit welcher die Entwaldung im engsten Zusammenhange steht, auf ein schnelleres Verwachsen der fließenden Gewässer.

Wieweit der Mensch beim Verwachsen und Verschlämmen von Flüssen im Ostbalticum seine Mitwirksamkeit an den Tag gelegt hat, ist wiederholt in kleineren Aufsätzen von mir[1]) und Anderen[2]) nachgewiesen worden. Durch Anlegen von Fischwehren quer über einen Fluss (leider eine noch bei uns nicht eifrig genug verfolgte Raubwirtschaftsform), von Flachsweichen u. s. w., durch Errichtung von oberschlächtigen Mühlwehren werden zuweilen meilenweit flussaufwärts zurückgreifende Stauungen, wie z. B. bei Rappin auf dem Woo, hervorgebracht, in welchen die oben genannten Arten ein überaus fröhliches Gedeihen haben.

Desgleichen findet im Ostbalticum auch ein Überwachsen der Flussläufe, wenn auch nicht so häufig, wie ein Verwachsen derselben durch eine den Wasserspiegel überziehende Pflanzendecke statt. Die in dieser Weise von Pflanzenmassen überdeckten Bäche und Flüsse schleichen oder sickern unterirdisch weiter. Beispiele für diese Erscheinung geben die auf Fig. 1 bereits erwähnte Flussverbindung zwischen dem Kirkumäh- und dem Peddetz-See und der Abfluss des Walgejerws her.

Schwingrasenbildung in der beim Keri-See geschilderten Form begegnet man auch an ostbaltischen Bächen und Flüssen, wie z. B. am oberen Embach in der Höhe von Schloss Sagnitz, nur dass man hier beim Durchbrechen durch den Schwingrasen etwa bis zur Brust ins Wasser fällt.

---

1) Hindernisse der Flussfahrt und andere Ungehörigkeiten des Embachs. — Baltische Wochenschr. 1885. No. 45.

Eine Flussfahrt auf dem Woo etc.

2) G. v. Sivers, Die Flussfahrt auf dem Embach von dessen Ausfluss aus dem Wirzjerw bis Dorpat. — Archiv für d. Naturkunde der Dorp. Naturf.-Gesellsch. 1854. I. Ser., I. Bd. p. 353.

Doch alle Überwachsungen von fließenden Gewässern im Ostbalticum erreichen nicht die Ausdehnung und Großartigkeit der Zsombéck-Moore und der Láps-Bildungen in Ungarn[1]).

Das „Bärsche Gesetz“ und das seitliche Weiterrücken der Flussläufe.

Die Gegensätze zwischen den gegenüberliegenden Ufern eines Flusses werden um so deutlicher hervortreten, wenn eine nicht zu heftige Strömung eines Flusses senkrecht zur Richtung des herrschenden Windes sich stellt, wenn ferner eine solche Flussbreite erreicht ist, dass der Wind auf dem Flussspiegel schon bedeutendere Wellen hervorzubringen im Stande ist. Unter diesen wesentlichen Vorbedingungen rückt der Strom allmählich immer seitlich fort, indem er das von den Wellen benagte Ufer unterspült und das unter dem Windschutze liegende Ufer verflacht und der Vegetation preisgiebt. Hierbei sind aber, wie schon oben bemerkt, eine Menge anderer Factoren thätig, um die Deutlichkeit dieser Vorgänge zu trüben. Auf Grund dieser Beobachtungen an baltischen Flüssen und auf Grund eines Vergleichs gleicher Erscheinungen von außerbaltischen Flüssen und Strömen, kann ich mich mit dem sogenannten »Bär'schen Gesetze« nicht einverstanden erklären, welches verlangt: das seitliche Fortrücken der im Meridian laufenden Flusse unter den Einfluss der Erdrotation und in direkter Abhängigkeit von dieser zu stellen. K. E. v. Bär[2]) fasste seine Hypothese in

---

1) Pokorny, Untersuchungen über die Torfmoore Ungarns. — Sitzungsber. der Wiener Akad. XLIII. I. Abt. 1861. p. 57. Abbild.: Fig. 3, 4 und 6, p. 68 und 72.

2) Benutzte Litteratur:

K. E. v. Bär, Über ein allgemeines Gesetz in der Gestaltung von Flussbetten. — Bull. de l'acad. impér. de sc. de St. Pétersbourg. 1860.

A. v. Middendorff, Sibirische Reise. — Mém. de l'acad. de sc. de St. Pétersbourg. Bd. IV, Abt. I, Lief. 2, p. 237—243, Wandern der Flussbetten.

Günther, Lehrbuch der Geophysik etc. 1885. Bd. II.

——, Die sichtbaren und fühlbaren Wirkungen der Erdrotation. — Humboldt 1882. I.

Peschel, Physikalische Erdkunde. 1879. Bd. II.

——, Neue Probleme. 1883.

Dunker, Einfluss der Rotation der Erde auf den Lauf der Flüsse. — Zeitschr. für d. gesamte Naturwiss., Halle 1875 (45. Bd.); 1881 (54. Bd.) und 1882 (55. Bd.).

Jarz, Das Bär'sche Gesetz und der Einfluss der Erdrotation auf die Strömung der Flüsse. — Gaea 1880.

Gaea 1881, Die Seitenverschiebung der Flüsse und ihre Ursache. — Referat über einen Vortrag des Hydrotechnikers v. Vilovo: Über das seitliche Rücken der Flüsse.

—— 1885, Ablenkung der Wasserläufe durch die Erdrotation.

Ackermann, Die Ostsee. 1883. p. 77.

Finsch, Westsibirische Reiseberichte. — Verein für die deutsche Nordpolarfahrt in Bremen. 1871.

C. Hage, Ob-floden. — Geografisk Tidsskrift. Kjøbenhavn 1881.

A. G. Schrenk, Reise nach dem Nordosten des europ. Russlands, durch die Tundren der Samojeden zum arktischen Uralgebirge. Dorpat 1848.

Repetitorium der Meteorologie, St. Pétersbourg, 1883. VIII, Mittlere Windrichtung am unteren Lauf des Ob und Jenissei.

folgenden Satz (auf p. 3) zusammen: »Auf der nördlichen Halbkugel muss an Flüssen, die mehr oder weniger nach dem Meridian fließen, das rechte Ufer das angegriffenere, steilere und höhere, das linke das überschwemmte und deshalb verflachte sein und zwar in demselben Maße, in welchem sie sich dem Meridian nähern, so dass bei Flüssen oder Flussabschnitten, welche fast ganz im Meridian verlaufen, die anderweitig bedingenden, für dieses allgemeine Gesetz also störenden Einflüsse nur wenig, in solchen aber, die mit dem Meridian einen ansehnlichen Winkel machen, stärker hervortreten müssen«.

Nach v. MIDDENDORFF[1]) hat aber schon der Sibirier SLOWZOW bei Gelegenheit der Besprechung des Jenissej im Jahre 1844 dieselbe Ansicht über die Ursache des Weiterrückens der sibirischen Flussläufe ausgesprochen, ohne, wie v. MIDDENDORFF bemerkt, dass K. E. v. BÄR je eine Ahnung davon gehabt haben mag. Diese Hypothese, die von den eifrigen Verehrern BÄR's zum dem »BÄR'schen Gesetze« erhoben wurde, müsste folgerichtig das SLOWZOW'sche heißen. Jedenfalls hat das »BÄR'sche Gesetz« neben einem Sturm von Enthusiasmus seiner Anhänger auch gleichzeitig heftige Angriffe von Seiten der Gegner in Folge gehabt; die letzteren aber scheinen heute ausschließlich das Feld behaupten zu wollen. GÜNTHER[2]) giebt in einer historischen Übersicht das allmähliche Durchdringen der gegenteiligen Behauptungen, worin er zeigt, dass jeder neue Gegner stets neues wertvolles Beweismaterial (besonders DUNKER und BLUFF geophysikalische Gegenbeweise) ins Feld führt. DUNKER weist die Unhaltbarkeit der BÄR'schen Hypothese für die Flüsse Deutschlands nach und andere Autoren für die Flüsse anderer Orte der Erdoberfläche, welche JARZ in einem Aufsatze recapituliert und den Nachweis liefert, dass das »BÄR'sche Gesetz« bei keinem größeren Strom der Erde außer bei den sibirischen Strömen zutrifft.

Dass sämtliche sibirischen Ströme in ihrem Mittellaufe nach E vorrücken, ist eine wiederholt erhärtete Thatsache, wie auch v. MIDDENDORFF[3]) solches bestätigt: »Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass ohne Ausnahme das rechte Ufer des unteren Laufes aller größeren sibirischen Ströme, sowie ihrer Zuflüsse, welche in der Richtung der Meridiane fließen, im Ganzen höher ist, als das linke. Aus eigener Anschauung kann ich das für die Flüsse Jenissej, Taimyr, Chetá, Chatánga, Lená, Omgá, Aldán bekräftigen[4]), und eine Menge von schriftlichen Zeugnissen[5]) be-

1) l. c. p. 244.

2) HUMBOLDT, l. c. p. 364—366.

3) l. c. p. 245.

4) Für die Kolýma in der Anmerk. p. 245, für Obj. p. 243—244.

5) Vergl. FINSCH für den Obj p. 523, 535, 538, 560, 640, 652; für den Irtysch p. 658, 659, 664; für die Kamá p. 684.

Vergl. ferner bei HAGE die über den Unterlauf des Obj angehängte Karte.

weisen dasselbe auch für alle übrigen Flüsse«. Aber derselbe Forscher schließt sich nicht unbedingt der Ansicht K. E. v. Bär's an, wenn er sagt: »Wir müssen es der Zukunft überlassen, darüber zu entscheiden, ob diese Erklärungsweise wirklich statthaft ist, da allem Anscheine nach die erste beste Krümmung des Flusses in der Richtung der Breitengrade den ohnehin schwachen Antrieb (außerordentlich schwaches Gefälle!) aufheben dürfte«. Die Annahme der Anhänger Bär's, dass das unter der festen Eisdecke strömende Wasser besonders wirksam ostwärts unter dem Einflusse der Erdrotation erodieren könnte, fällt in sich zusammen, wenn man bei v. Middendorff über das Stocken der Flüsse unterm Eise, über das totale Verfrieren der Uferpartien und sonstiger Flussstrecken, wie ebenso über das völlige Versiegen der die Flüsse speisenden Quellen und kleineren Zuflüsse liest.

Die Gründe des seitlichen Weiterrückens der Flüsse sind nun von den Autoren als nicht einfache, sondern aus einer Menge von Ursachen und Wirkungen abgeleitete angegeben, aus welchen eben das Erodieren eines der beiden Ufer resultiert. Der Wind als hauptsächlichster Factor hier in Betracht kommend ist, soviel ich weiß, nur von zwei Autoren berücksichtigt worden. Nach Zöppritz [1]): »scheint für die sibirischen Ströme der Einfluss der daselbst einen großen Teil des Jahres hindurch wehenden W-Winde bislang viel zu sehr vernachlässigt zu sein«. Das Ergebnis der Untersuchungen von v. Vilovo [2]) über das seitliche Weiterrücken der ungarischen Flüsse, insbesondere der Donau und Theiß, ist nachstehend in der Übersicht der Kräfte und Ursachen, die Vilovo als alleinig wirksam bei diesen Vorgängen annimmt, zusammengefasst:

1) Das Geschiebe, verstärkt durch die Sonnenstrahlen;

2) der herrschende Wind durch unmittelbaren Wellenanschlag;

3) der herrschende Wind mittelbar mittels Durchbruchs der Landzungen zwischen den Flusswindungen;

4) der herrschende Wind mittels Zuwehens des Sandes aus nahen Sandwüsten;

5) in den Tropen durch Überwuchern der Vegetation im Strombette.

Bevor ich die Untersuchungen v. Vilovo's kannte, war ich durch den Vergleich der »klassischen Flüsse v. Bär's«, der Wolga, des Obj und Jenissej, zu gleichen Schlussfolgerungen gekommen, dass das seitliche Rücken derselben in erster Linie unter dem Einflusse der mittleren Windrichtung steht [3]). Die herrschenden Winde in Sibirien, besonders am Mittel- und Unterlaufe der Ströme, sind nördliche und südliche, die aber, wie erstere, nur dann einsetzen, wenn die Ströme eine starre Eisdecke

1) Humboldt 1882, p. 366.

2) Gaea 1881, p. 718.

3) In einer mündlichen Unterredung über diesen Gegenstand bestätigte Professor C. Weihrauch in Dorpat diese Ansicht.

überzieht; auch würden beide Luftströmungen von geringem Einflusse auf das Verlegen der Uferstellen sein, da ja, wie hervorgehoben, die Richtung der sibirischen Flüsse eine meridionale ist. Aber beim Aufgehen der Ströme und während des Sommers und Herbstes sind es hauptsächlich westliche Winde, die senkrecht zur Stromrichtung fallen und dadurch das östliche Vorrücken des Flussbettes veranlassen. Umgekehrt ist es bei der Wolga der Fall, welche, nachdem sie ihr großes Knie gemacht und nach S fließt, ihr rechtes, westliches Ufer erodiert, weil jetzt den Flusslauf mehr oder weniger senkrecht der aus NE wehende, im Sommer herrschende Wind[1]) trifft, derselbe Wind, der am NE-Ufer des Caspi-Sees jene großen Lagunen erzeugt. Ebenso wie an den sibirischen Strömen das westliche Ufer als Wiesenufer, im untersten Laufe als sogenanntes Tundrenufer, das östliche im Gegensatz als Bergufer bezeichnet wird, werden die Ufer der Wolga, aber nach der entgegengesetzten Weltrichtung hin, vom Volke genannt. Derselbe Wind, der das Wolga-Bett nach W presst, rückt, als Koschava in Ungarn bezeichnet, in dieselbe Richtung die Theiß und die Donau.

Der Hydrotechniker v. Vilovo[2]) hat die durch unmittelbaren Wellenschlag hervorgerufene seitliche Bewegung bei der Theiß auf 0,31 Meter, bei der Donau auf 0,47 Meter jährlich berechnet. Die Erosionskraft der Wellen eines breiteren Flusses ist aber größer als bei einem weniger breiten, wie aus den beiden Zahlenverhältnissen erhellt, und daher rückt, je breiter ein Strom ist, den herrschende Luftströmungen seitlich treffen, derselbe auch um so schneller vor dem Winde her, weil eine größere Angriffsfläche zur Erzeugung größerer Wellen dem Winde dargeboten wird. Noch bedeutend schneller, als sich dieser Vorgang bei der Theiß und Donau vollzieht, findet das Wandern der sibirischen Ströme ostwärts statt, worüber leider noch keine so genauen Daten vorliegen, wie über die beiden ungarischen Flüsse. Dass es sich in der That mit den sibirischen Flüssen so verhält, geht deutlich aus den Schilderungen von Reisenden hervor. So z. B. erwähnt v. Middendorff wiederholentlich, dass Niederlassungen, die gewöhnlich auf den höheren E-Ufern zu liegen pflegen, des rapiden Vorrückens des Strombettes wegen verlegt werden mussten. Finsch, der überall, wo er Winde angiebt, solche aus W notiert, schildert die colossale, seeartige Breite des Obj und hebt besonders die außerordentlich hochgehenden Wellen[3]) hervor, welche ihn und seine Gesellschaft einige Male zwangen, mit ihrer 50 Fuß langen Lodka einen vor Wind und Wellen geschützten Zufluchtsort zu suchen. Das westliche Ufer der sibirischen Ströme

1) Grisebach (Vegetation der Erde, Teil I, p. 397) nennt diesen Wind den Sommerpassat oder NE-Passat, was auf einem Irrtume beruht. Die hier im Sommer herrschenden Luftströmungen sind von dem Passat ganz unabhängig auftretende.

2) Gaea 1881, p. 714.

3) l. c. p. 532, 533, 537, 545, 549, 672.

begreift sumpfige Niederungen mit Seen, Teichen, Lachen und toten Armen durchsetzt, die im Tundrengebiet Laidy heißen. Die Ströme selbst bieten an diesen Ufern ein großes Inselgewirre dar, was auch ein beschleunigteres Verwachsen unterstützen mag. Diese Beobachtungen bestätigt Finsch am Obj, indem er zeigt, dass das linke Ufer dieses Flusses wattenartig, sumpfig und moorig ist, und dass inmitten dieser von den Überschwemmungen in hervorragender Weise heimgesuchten Niederungsstrecken sich Wasseransammlungen jeder Art und Form[1]) finden, und ferner, dass das »Wiesenufer« nur von Viehzüchtern besiedelt ist[2]), während auf dem rechten, dem »Bergufer«, sich die Städte, Klöster und Fischerdörfer befinden.

Bei diesem Reisenden findet man auch eine kurze, aber klare und lehrreiche Schilderung[3]) über die durch die Wellenthätigkeit am rechten Ufer dieses Flusses vollführten Zerstörungen. Die überall von Finsch bezeichnete Menge des Treibholzes und die Bemerkungen über das Herabstürzen der Bäume[4]) vom rechten Ufer, berechtigen zu der Annahme, dass die ganze Masse des Fall- und Treibholzes im Obj ausschließlich aus den bis unmittelbar an den Rand des rechten Ufers herantretenden ausgedehnten sibirischen Waldungen herrührt.

Dass das rechte Ufer aller sibirischen Ströme und ihrer Nebenarme, welche in der Richtung des Meridians laufen, nicht immer ein ununterbrochenes Steilufer darstellt, wird verständlich, wenn man die Wellenform des Bodenreliefs, das die Flussufer durchfurchen, in Betracht zieht. Moore, Sumpfniederungen, Wiesenthäler und andere Einsenkungen stehen in häufigem Wechsel mit größeren und kleineren Plateaus und Hügeln, Bergen und anderen Bodenerhebungen, so dass das E-Ufer der Ströme das Profil des Reliefs des unmittelbar daran grenzenden Landes giebt.

Hieran anschließend mögen noch einige Bemerkungen Platz finden.

Aus den vielfach eingestreuten Notizen von Schrenk über Windverhältnisse der Samojedentundra und über die topographischen Verhältnisse der Petschora-Ufer geht gleichfalls zur Genüge hervor, dass die Petschora unter dem Einfluss westlicher Luftströmungen nach E rückt.

Sendtner[5]) lässt das Neuenburger Donaumoos im ehemaligen Strombette und zwar auf der S-Seite entstanden sein; das gegenüberliegende, nördliche Ufer ist steil abfallender Jurakalk. Nach den vorausgegangenen Erörterungen ist es unschwer, auch hier die Verschiedenheiten der gegenüberliegenden Ufer an der oberen Donau auf die Wirkung des Windes zurückführen zu können.

---

1) l. c. p. 663.
2) l. c. p. 535, 539, 650.
3) l. c. p. 652.
4) l. c. p. 648.
5) Vegetationsverhältnisse Südbayerns, München 1854, p. 689.

Die toten Arme des unteren Embachs, im Estnischen Kolad genannt, liegen auch mit wenigen Ausnahmen auf den südlichen und südwestlichen Uferstrecken des Flusslaufes, wenn derselbe irgendwie nur seitlich von der SW-Luftströmung gefasst werden kann.

Ein Beweis gegen das »Bär'sche Gesetz« findet sich auch in der Bildungsweise des unteren Laufes der Küstenflüsse Kurlands, worauf ich schon am a. O.[1]) aufmerksam gemacht habe. In der Ablenkung der Mündungsgebiete sämtlicher westkurischer Flüsse zeigt sich der Einfluss der mittleren Windrichtung nicht nur darin, dass die Flussläufe selbst vor dem Winde weitergerückt werden, sondern auch dass die vor dem Winde gebildeten Dünenketten gleichfalls die Ablenkung unterstützen, also die von v. Vilovo nächst der herrschenden Windrichtung hervorgehobene Kraftäußerung bei dem Seitwärtsrücken der Flüsse ist in dieser schönen Weise auch hier zum Ausdruck gekommen. Wenn die Erdrotation das alleinige wirksame Princip beim seitlichen Rücken der Flussläufe abgeben sollte, so müssten auch sämtliche Mündungsgebiete der westkurischen Flüsse nur nach der einen Seite ablenken, was eben nicht der Fall ist, da außer der in der Regel erfolgten Ablenkung nach N auch eine solche nach S bei der Heiligen-Aa statt hat. Hier bei dem letzteren Flusse ist einesteils die mehr südliche Richtung seines Ober- und Mittellaufes und anderenteils die durch den Wind und die Wellen erzeugten Dünenreihen das maßgebende für die Ablenkung nach S gewesen. Das Ausführlichere über die Ursachen und deren Wirkungen dieser Erscheinungen und die Erklärungsversuche über die Ausnahmen von der Regel dieser Vorgänge giebt Ackermann[2]) und berücksichtigt in eingehender Weise die Küstenflüsse im Ostbalticum, indem er deren Ablenkung hauptsächlich auf die Thätigkeit der Meereswellen zurückführt.

Es konnte auf das »Bär'sche Gesetz« und auf die mit diesem im Zusammenhang stehenden Vorgänge an diesem Orte nicht näher eingegangen, sondern nur in aphoristischer Weise dasjenige beigebracht werden, was zur notwendigsten Übersicht dieser Verhältnisse gehörte. Diejenigen Leser, welche diese Frage besonders interessieren sollte, finden vorzüglich bei Günther und ebenso bei den anderen oben angezogenen Autoren vollständige Litteraturangaben und ein reiches litterarisches Vergleichsmaterial.

Einfluss der mittleren Windrichtung auf vegetative Erscheinungen.

Anhangsweise sollen hier noch einige interessante Erscheinungen in der Vegetation des Ostbalticums, gleichfalls hervorgerufen durch die Wirkung der mittleren Windrichtung, Platz finden und zwar solche, welche

1) Die vegetativen und topographischen Verhältnisse der Nordküste der kurischen Halbinsel. — Sitzungsber. der Dorp. Naturf. Ges. 1884. Bd. VII.

2) l. c. p. 75—77.

meiner Erwägung nach noch nicht bekannt sein dürften; es wäre das somit ein Beitrag zur Biologie der Gewächse und ein Beitrag zu den bereits bekannten, von demselben Agens abhängigen Erscheinungen.

Es ist ja eine bekannte Thatsache, dass dem Winde exponierte Bäume ihre Achse allmählich in die Richtung des herrschenden Windes neigen [1]) und zuletzt dauernd diese geneigte Haltung annehmen. Wie nach HANSTEIN [2]) fast sämtliche Bäume im nördlichen Deutschland etwas von NW nach SE geneigt sind, so ist diese Richtungsabweichung von der Verticallinie der Bäume im Ostbalticum zum größten Teile von SW nach NE. Besonders auffallend tritt uns dieser Richtungsunterschied zur verticalen Achsenstellung bei den Strandkiefern [3]) der W-Küste Kurlands entgegen. Auf der Insel Sylt und an der ganzen W-Küste von Schleswig-Holstein [4]) sind sämtliche Bäume stark nach E geneigt, weil sie unter dem Einfluss der heftigen dort herrschenden W-Winde stehen.

Auch die Krone nimmt bei besonders exponierten Bäumen eigentümliche Gestaltungen an, um nach Möglichkeit dem Winde die geringste Fangfläche bieten zu können; sie verflacht sich in übereinanderliegenden Absätzen, zwischen welchen sich vollständige horizontale Lücken befinden, damit eben der Wind durch dieselben den ungehindertsten Durchgang habe.

Die Stämme freistehender und dem Angriff des Windes exponierter Bäume zeigen im Querschnitt nicht die regelmäßige Kreisform, sondern erhalten durch Bildung excentrischer Jahresringe einen elliptischen oder ovalen Querschnitt mit seitlich verschobenem Marke [5]), und zwar sind die Jahresringe an der Windseite dicker, als an der vom Winde abgewendeten Seite, aus dem Grunde, um eine größere Widerstandskraft dem Anprall der Windstöße entgegensetzen zu können, aber auch um die Biegungsfestigkeit des angegriffenen Individuums nach Möglichkeit zu erhöhen. PFEFFER [6]) führt die mächtigere Ausbildung eines Jahresringes an den vom Winde genügend bewegten Baumstämmen auf den Erfolg der durch Zerrungen erzielten Verminderung des Rindendrucks zurück. Schon KNIGHT [7]),

1) Die nach S geneigte Haltung der Bäume, deren Zweige und Blätter, an der Waldgrenze, z. B. der Großlandstundra im europäischen Russland beruht auf anderen Ursachen. Vergl. SCHRENK, Tundrenreise, Teil I, p. 534.

2) J. v. HANSTEIN, Beiträge zur allgemeinen Morphologie der Pflanzen. Bonn 1882 — Botan. Abhandl. Bd. IV, Heft 3, p. 142.

3) KLINGE, Die vegetativen und topographischen Verhältnisse der kurischen Halbinsel.

4) P. KNUTH, Botanische Beobachtungen auf der Insel Sylt. — HUMBOLDT 1888, p. 104.

5) HANSTEIN, l. c. p. 142.

6) Pflanzenphysiologie, Teil II, 1881, p. 156.

7) Philosoph. Transact. 1803, p. 280.

nach Pfeffer, zeigte, dass an einem Baume, der gezwungen war, nur in einer bestimmten Ebene sich hin und her zu bewegen, der Jahreszuwachs in der mit dieser Schwingungsebene zusammenfallenden Richtung am ansehnlichsten war. Die Bildung excentrischer Holzkämme auf den Baumwurzeln, deren Zweck die Hervorbringung einer größeren Stütze für den vom Winde angegriffenen Baum ist, weisen auch in ihrer verschiedenen Ausbildung an der Stammbasis auf den Einfluss der herrschenden Windrichtung hin. Unter den Tropen bringen bei den dicotylen Bäumen die Luftwurzeln als Stützen und Taue dieselbe Gegenwirkung gegen den Angriff der Winde zur Ausführung [1]). Desgleichen begegnet man analogen Einrichtungen zur Festigung und Haltung, wie bei baumartigen, auch bei krautartigen Gewächsen, welche gleichfalls darauf hinzielen, den sonst vernichtenden Einfluss des Windes zu vereiteln.

War es in den eben geschilderten Fällen notwendig, Schutzvorrichtungen zu erzeugen, um eine schädliche Wirkung des Windes aufzuheben, oder um den größtmöglichen Widerstand gegen dieselbe entgegensetzen zu können, so sehen wir in anderen Fällen den herrschenden Wind als Verbreiter und Festiger und zugleich als Nahrungs- und Lebensspender derselben oder anderer Pflanzengruppen.

Die durch schwächere Luftströmungen, sowie durch den aufsteigenden Luftstrom beeinflussten Verbreitungsweisen von Fortpflanzungszellen und -Körpern können wir füglich bei der folgenden Betrachtung außer Acht lassen und nur die Wirkungen von schon stärkeren Luftströmungen, die mit der herrschenden Windrichtung zusammenfallen, in ihren Äußerungen auf die Verbreitung und Wanderung der Pflanzen kurz hervorheben. Die stärker wehenden Winde nehmen eine mehr oder weniger horizontale Richtung ein, so dass die Samen und Früchte, wenn diese durch ihre Wirkung von den Pflanzen losgerissen sind, in gleicher Richtung davon geführt werden können. Aber nach Kerner [2]) fluten alle diese horizontalen Luftströme wellenförmig dahin und wirken nur stoßweise, so dass die bewegten Samen schon in mäßigerer Entfernung von der Stelle, wo sie von der Mutterpflanze sich abgelöst hatten, wieder zu Boden fallen. Der Vorgang des Emporhebens und des stoßweisen Transportierens kann sich einige Male wiederholen, bis die Samen irgendwo einmal feststecken bleiben, sei es zwischen Ritzen oder Kräutern, oder auf feuchtem Substrat, oder besonders zwischen Moosen, aus welchen Verstecken sie der Wind nicht mehr herauszubringen im Stande sein wird. Leichtere Körper, wie Sporen von Zell- und Gefäßkryptogamen, die gleichzeitig auch dem Transporte der leichten und aufsteigenden Luftströmungen angepasst sind, können bedeutend weiter von den Winden fortgetragen werden, als Samen von Phanerogamen.

1) Hanstein, l. c. p. 142.

2) Hildebrand, Verbreitungsmittel der Pflanzen. 1873.

Daher sehen wir auch als erste Ankömmlinge einer Vegetation, sei es an nackten Felswänden, an Baumstämmen oder an anderen Gegenständen, Algen, Pilze, Flechten und Moose auftreten. Diese Gewächse setzen sich ausschließlich an der Wetterseite des von ihnen befallenen Substrats fest, weil hierher der herrschende Wind auch die meiste Feuchtigkeit hinzuträgt und weil diese Gewächse auch nur in feuchtem Zustande die Arbeit der Nahrungsaufnahme, sowohl der anorganischen festen, als auch der gasförmigen zu besorgen im Stande sind. Die Flechten nehmen ausschließlich das Wasser aus der Luft, ebenso die Moose. Aber auch die anorganische Nahrung selbst bietet die Wetterseite in genügender Fülle dar, da hier der meiste Staub, der alle der Pflanze nur nötigen Nährstoffe und Nährsalze enthält, zu den Haftstellen der Flechten und Moose und anderer Pflanzen zugeführt wird. Die an Baumstämmen sitzenden Arten werden einzig und allein aus dieser Bezugsquelle ihre Nahrung schöpfen, während dagegen, z. B. an der Wetterseite der Felsen haftende Krustenflechten einesteils subaerischen Materials sich bedienen, andernteils die durch die Atmosphärilien erzeugten Verwitterungs- und Zersetzungsprodukte sich zu Nutze machen, aber wohl auch selbständig durch ihre Saugorgane den festen Fels corrodieren werden. Senft[1]) schreibt über diese Erscheinungen aus Thüringen, dass die Felsen (z. B. Porphyr) an trockenen E-, SE- und S-Gehängen glatt, dagegen an feuchten W-, NW- und N-Gehängen, an der Wetter- und Windseite, stark mit Flechten beschlagen und verwittert sind. Ausführliche Darstellungen über diesen Gegenstand mit besonderer Berücksichtigung dieser biologischen Vorgänge aus dem Leben der niederen Gewächse finden sich in dem bisher erschienenen Teile des ausgezeichneten Werkes von J. v. Kerner: »Das Pflanzenleben« etc. Auch Knuth[2]) giebt eine Reihe von neuen Beobachtungen über die Wirkung des herrschenden Windes auf die Vegetation, welche man bei diesem Autor selbst nachlesen möge.

Zu diesen Erfahrungen über den Transport von Fortpflanzungsorganen kann ich noch die weitere Beobachtung hinzufügen, dass das Besiedeln durch Samen vom Mutterstocke auch in der herrschenden Windrichtung vor sich geht, wie ich namentlich diesen Vorgang beim Verwildern der Gewächse im Botanischen Garten in Dorpat bestätigt gefunden habe.

Im Anschlusse an diese mehr oder weniger bekannten Thatsachen über den Einfluss der mittleren Windrichtung auf die Vegetation und mit Übergehen noch anderer bereits erkannter, von denselben Agentien abhängiger Vorgänge, seien noch einige hierauf bezügliche Beobachtungen

---

1) Die alluvialen Fortbildungen der Erde. Ausland 1878. p. 105.

2) P. Knuth, Flora von Schleswig-Holstein etc.

——, Botanische Beobachtungen auf der Insel Sylt. Humboldt 1888. p. 104—106.

aus dem Ostbalticum mitgeteilt, freilich auf die Gefahr hin, gerade nicht wesentlich Neues zu bieten.

Die höchsten Erhebungen im Ostbalticum, deren am meisten heraustretende Kuppen nicht viel über 1000 Fuß absolute Höhe haben, liegen in dem sogenannten Hahnhofschen Plateau, einer großartigen, über devonischem Sandstein und Dolomit gelagerten Moränenbildung, welche meist aus dem rötlichen glacialen Blocklehm und Geschiebesanden besteht. Noch vor nicht langer Zeit bedeckte den größten Teil dieser Hügel Wald, der sich heute mit wenigen Ausnahmen in die Thalweitungen und auch engeren Schluchten dieses Plateaus zurückgezogen hat. Die Hügelrücken sind der Mehrzahl nach, wie im Gebiete der Güter Neuhausen, Hahnhof, Salisburg und Kasseritz vollständig steril. Nur eine kurze Grasnarbe, selten von einem verkrüppelten Wachholdergebüsch unterbrochen, überzieht mit anderen xerophilen Hügelpflanzen dieselben. Die dürftige Vegetation liegt hier im steten Kampfe mit den infolge der Entwaldung jetzt periodisch und heftig auftretenden atmosphärischen Niederschlägen, die, vermöge ihrer heute erlangten Gewalt und durch keinen die Bodendecke schützenden Wald mehr aufgehalten, die Vegetationsnarbe samt dem Bodenmateriale hinunterreißen und die einst fruchtbaren Wiesengründe der Thalsohle mit dem unfruchtbaren Blockhelm und Geröllschutt allmählich ausfüllen. Den kräftigsten Widerstand gegen solche Fährlichkeiten leisten nur noch solche Gewächse, die durch besondere Ausrüstungen für einen solchen Kampf versehen sind. Es sind dies vorzüglich Gewächse, deren Laubblätter sich zu einer eng übereinander liegenden Rosette vereinigen und die dicht dem Boden mit dieser grundständigen Laubrosette anliegen. Heftige Regenrinnsale schießen über die Rosetten hinweg und vermögen nun den Boden in den meisten Fällen, wo so begabte Pflanzen einen dichten Rasen bilden, nicht mehr aufzureißen. Andererseits bewahren die mit Laubrosetten ausgerüsteten Gewächse das Substrat vor völliger Austrocknung, weil die dicht darüberliegende Blättermasse die Verdunstung des Bodens sehr verlangsamt. In dieser zweifachen Weise geschützt ist nun die Existenz einer solchen Vegetation in den meisten Fällen gesichert. Zu ihr gesellen sich nun andere Repräsentanten der trockenen Hügelflora und beide vereint streben nach der Erzeugung einer dichteren und höheren Humusschicht, um neuen Ankömmlingen einen geeigneten Vegetationsboden zu schaffen, wenn sie durch störende Ereignisse nicht betroffen werden.

Diese xerophile Flora trockener Hügel befindet sich aber ausschließlich auf der N- bis E- bis SE-Seite der Hügelabhänge und teils auch auf dem Gipfel der Kuppen selbst. Sobald dagegen die SW-Seite und die sich ihr beiderseits anschließenden Hügelgelände dem Angriffe der aus dieser Richtung wehenden Luftströmungen ausgesetzt sind, so finden wir hier nicht nur eine ganz andere Vegetation, sondern auch Gewächse von ausgesprochenem hygrophilen Charakter, die an den windseitigen Hängen hoch

hinansteigen und hier ein mehr oder weniger fröhliches Gedeihen haben. Das findet auch nur in dem Falle statt, wenn heftige Niederschläge nicht in so zerstörender Weise auf den Hügelabhang eingewirkt haben; ein notwendiges Postulat für das Beziehen hygrophiler Pflanzen ist das Vorhandensein einer schon dichten und geschlossenen Pflanzendecke und einer Humuslage.

Unter obigen Voraussetzungen und Vorbedingungen klettert an der SW-Seite der Heidehügel bei Lobenstein (ein Beigut des Majorats Neuhausen) eine Reihe von Feuchtigkeit liebenden Pflanzen, die nur zum Teil auf den in der Thalsohle liegenden Wiesen auftreten, bis auf die halbe Strecke der ganzen Hügelerhebung hinan. Von diesen Pflanzen seien erwähnt: *Platanthera bifolia* Rchb., *Orchis maculata* L., *Gentiana Amarella* L., *Coronaria flos cuculi* A. Br., *Alectorolophus minor* Wimm. et Grab., *Convallaria majalis* L., *Polygonatum officinale* All., *Primula officinalis* Jacq. Besonders sind hier *Herminium Monorchis* R. Br. und *Equisetum palustre* L., welche beide, obgleich ausgesprochene Wiesen- und Sumpfgewächse, doch über die anderen hinaus am höchsten hinaufsteigen, hervorzuheben. Die erstere fehlt auf der etwa 30 bis 40 Fuß tiefer liegenden Wiese und tritt auf dem Abhange freilich in sehr kleinen Exemplaren von fast gelblich-weißem Aussehen auf. Der Sumpfschachtelhalm, welcher wohl auf feuchtem Sandboden und in feuchtem Gebüsch in bestimmten solchen Standorten angepassten Formen auftritt, geht in einer astlosen Form, welche den Übergang zwischen *Equisetum palustre* L. var. *pallidum* Bolle[1]) und *Equis. pal. form. filiforme* Klinge[2]) vermittelt, am Abhang am höchsten über alle anderen hygrophilen Pflanzen hinauf. Es erübrigt noch hinzuzufügen, dass keine Quellen etwa den Abhangsrasen befeuchten und das Ansiedeln von Wiesenpflanzen begünstigen. Es ist das Auftreten solcher Gewächse an den der Wetterseite exponierten Abhängen lediglich auf den Einfluss der diese Hügelseiten treffenden Luftströmungen zurückzuführen, die gleichzeitig als unsere feuchtesten Winde ihren Wasserdampf hier direct abladen, während sie über die entgegengesetzte Hügelseite hinwegwehen.

Das beste Beispiel für die durch die Feuchtigkeit des herrschenden Windes bevorzugtere SW-Seite giebt der höchste Kegel im Ostbalticum, der Munnamäggi (auf deutsch: Eierberg) selbst für dieses Verhalten der Vegetation zu Wind und Wetter her. Es ist eben eine durchaus auffallende Erscheinung, dass die höchste Erhebung des Ostbalticums inmitten seiner sterilen Hügelumgebung als ziemlich isolierte Kuppe dastehend eine Pflanzendecke bis auf seinen Gipfel beherbergt, welche an Üppigkeit, an Mannigfaltigkeit, an Größe und Höhe der Formen solchen Orten nicht nachsteht, welche schon lange als pflanzenreiche im Balticum bekannt sind, wie der

1) Verhandlungen des botan. Vereins für die Provinz Brandenburg. I. 1859. p. 69.
2) Die Schachtelhalme von Est-, Liv- und Kurland. — Dorpat 1882, p. 55—56.

Blaue Berg auf der nordkurischen Halbinsel, der gleichfalls nur an der der Wetterseite exponierten Wand die gerühmte Vegetation trägt und wie die pflanzenreichen Thäler und Schluchten des Hahnhofplateaus selbst. Die SW-Seite dieses Berges ist die vor den anderen Seiten bevorzugte; obgleich die N- und NE-Abhänge im Verhältnisse zu den benachbarten Hügeln auch mit einer an Artenzahl reichen Pflanzendecke überzogen sind, treten dieselben jedoch vor der Fülle, Zahl, Größe und Üppigkeit der Formen der westlichen Hänge entschieden zurück. Während auf der SW-Seite die borealen Florenelemente in den Vordergrund treten, sind es die subborealen, die auf der NE-Seite die Herrschaft über die übrigen ausüben. Eine üppige Vegetation an Abhängen setzt eine genügende Bodenfeuchtigkeit und diese wiederum eine Bewaldung voraus, welche Bedingungen auch an dem Munnamäggi in soweit erfüllt sind, als neben alten Fichten eine reiche Gebüschformation, untermischt mit Beständen jüngerer Laubholzbäume das Terrain occupiert haben. Die Überbuschung und Bewaldung ist erst in jüngerer Zeit eingetreten, da der Berg außer alten Relictenfichten noch vor mehreren Decennien fast ganz nackt von Gebüsch und Baumwuchs war. Dass die Besiedelung durch Holzgewächse an der SW-Seite begonnen hatte, sieht man noch heute daran, dass an dieser Seite das reichste und artenreichste Gebüsch obwaltet, und dass von hier aus die Angriffspunkte für die übrigen Hügelseiten ausgegangen sind, da auch auf die entgegengesetzte Seite Gebüschinseln hinübergreifen. So gedeihen auf der SW-Seite unter *Prunus Padus* L., *Salix*-Arten, *Corylus Avellana* L., *Rhamnus cathartica* L., *Frangula Alnus* Mill., *Viburnum Opulus* L., *Ribes rubrum* L. und *R. nigrum* L., *Rubus Idaeus* L., *Pirus Aucuparia* Gärtn., *Alnus incana* DC. u. a. auch eine reiche Fülle von Kräutern und Stauden, von welchen besonders zu erwähnen sind: *Asplenium Filix femina* Bernh., *Aspidium Filix mas* Sw. und *A. spinulosum* Sw., *Pteris aquilina* L., *Equisetum pratense* L., *E. silvaticum* L. f. *capillare* Hoffm., *E. arvense* L. (in Schattenformen), *Milium effusum* L., *Aira caespitosa* L. mit der Form *pallida* Koch, *Alopecurus arundinaceus* Poir., *Dactylis glomerata* L., *Poa pratensis* L., *P. palustris* Rth., *P. nemoralis* L., *Briza media* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Circaea alpina* L., *Galium Aparine* L., *Potentilla silvestris* Neck., *Rumex Acetosa* L. (Schattenform), *Pirola rotundifolia* L., *Lathraea Squamaria* L. (auf *Corylus* schmarotzend), *Gentiana Amarella* L., *Chaerophyllum aromaticum* L., *Anthriscus silvester* Hoffm., *Polygala vulgaris* L., *Angelica silvestris* L., *Oxalis Acetosella* L., *Trientalis europaea* L., *Chrysosplenium alternifolium* L., *Majanthemum bifolium* DC., *Trifolium pratense* L., *Tr. spadiceum* L., *Phyteuma spicata* L., *Actaea spicata* L., *Geranium silvaticum* L., *Campanula latifolia* L., *C. persicifolia* L., *C. glomerata* L., *Fragaria vesca* L., *Epilobium montanum* L., *Luzula pilosa* L., *Myosotis palustris* With., *Stellaria nemorum* L., *St. graminea* L., *St. Holostea* L., *Möhringia trinervia* Clairv., *Cerastium*-Arten, *Melampyrum nemorosum* L., *M. pratense* L.,

Galeobdolon luteum Huds. *f. foliis variegatis*, *Veronica Chamaedrys* L., *V. officinalis* L. (in kräftiger Form), schattenliebende *Hieracium*-Arten und viele andere Gewächse. — Auf der entgegengesetzten Seite wird die Buschformation fast ausschließlich von *Alnus incana* DC. gebildet, in welche sich außer *Betula verrucosa* Ehrh. noch die oben genannten vereinzelt vorfinden. Das Gebüsch bedeckt nur zum Teil den N- und S-Abhang und ist häufigst unterbrochen von Blößen. Hier herrschen folgende Hügelgewächse: *Jasione montana* L., *Pimpinella Saxifraga* L., *Origanum vulgare* L., *Rumex Acetosella* L., *Knautia arvensis* Coulter, *Hypericum perforatum* L., *Saxifraga granulata* L., *Ranunculus acer* L., *Agrostis vulgaris* With., *Cynosurus cristatus* L., *Festuca rubra* L., *F. ovina* L., *Myosotis arenaria* Schrad., *Silene venosa* Aschers., *Luzula campestris* DC., *Dianthus deltoides* L., *Viscaria viscosa* Aschers., *Scleranthus annuus* L., *Herniaria glabra* L., *Trifolium agrarium* L., *Veronica serpyllifolia* L., *Thymus Serphyllum* L., *Calamintha Acinos* Clairv., *Brunella vulgaris* L. f. *pallescens*, *Senecio Jacobaea* L., *Artemisia campestris* L., *Gnaphalium dioicum* L., *Erigeron acer* L., *Hieracium Pilosella* L., *Filago arvensis* L., *Solidago virga aurea* L., *Calluna vulgaris* Salisb., *Arctostaphylos uva ursi* Spr. u. a.

Die xerophilen Gewächse retirieren gleichsam vor der Einwirkung eines Mehrgehalts an Feuchtigkeit, als sie vertragen können, auch an solchen Standorten, die für die Besitznahme dieses Florenelements ganz besonders geeignet erscheint, wie Hügel u. dergl. m. Sie überlassen das Terrain schließlich solchen Gewächsen, die einen feuchteren Standort vorziehen und die die Bodenfeuchtigkeit zu erhalten suchen, indem sie durch geschlosseneren Stand die directe Einwirkung der Sonnenstrahlen auf den Boden aufheben und in dieser Weise denselben vor allzu schneller Verdunstung schützen. Die xerophilen ziehen sich dagegen in den Windschatten zurück und gedeihen am besten dort, wo sie dem Einflusse der trockneren östlichen Luftströmungen völlig ausgesetzt sind und wo sie die volle Einwirkung der Insolation empfangen.

In gleicher Weise schützt sich die arktische Flora, die auch im allgemeinen eine Trockenheit liebende ist, vor der Wirkung der feuchten SW-Winde, indem sie sich, wie Blytt für Norwegen und Nathorst[1]) für Spitzbergen nachgewiesen, in den Windschatten der Gletscher festsetzen.

Wenn das Sichzurückziehen von feuchten Abhängen oder überhaupt von Standorten, welche dem Einfluss Feuchtigkeit spendender Winde exponiert sind, nicht bei allen Repräsentanten der subborealen Florenelemente in gleich ausgeprägter Weise auffällig wird, so scheinen doch gewisse Gewächse aus derselben Gruppe solche Standorte ängstlich zu meiden,

---

1) Blytt l. c.

wo nicht alle für ihr Gedeihen günstigen Bedingungen erfüllt werden können. Zu diesen Bedingungen gehören vor allen Dingen trockene Bodenverhältnisse; in den meisten Fällen giebt Sandboden das Substrat ab, weil diese Bodenart für das Gedeihen dieser Pflanzen die geeignetsten physikalischen Eigenschaften besitzt; ferner Schattenlosigkeit des Standorts mit vollständigster Ausnutzung der Insolation; an Halbschatten sind im Ganzen wenige gebunden; in beschatteter Lage nehmen die subborealen Florenelemente meist eigentümliche Formänderungen an; ferner eine exponierte Lage nach E, NE oder SE.

Ein ausgezeichnetes Beispiel hierfür giebt *Pulsatilla patens* Mill. ab, ein Gewächs, das seine größte Verbreitung in Asien, zum Teil in Nordamerika und Europa hat. Im letzteren Erdteil ist auch nur der östliche Teil derjenige, welchen das Gewächs besiedelt, wenngleich es noch als Relictenpflanze bei München gefunden wird. Jedenfalls hat während der subborealen Periode der Quartärzeit (resp. Steppen- oder Lößperiode Europas) *Pulsatilla patens* Mill. ein größeres Areal eingenommen und eine bei weitem größere Verbreitung in Europa gehabt, als es heute der Fall ist. Vor allen Dingen scheut diese Pflanze, als echtes Kind des Continents, die feuchten Küstenstriche. Man findet sie daher in Skandinavien nur in Ångermannland, auf Gottland nur auf der E-Seite und in Nordamerika auch nur auf dem östlichen Abfall der Rocky Mountains. Im Ostbalticum ist sie im E in trockenen Strichen ziemlich häufig, fehlt aber im W des Gebiets und selbstredend auch auf den baltischen Inseln; auf Gottland hat sie sich, wie so manches andere subboreale Gewächs an der E-Seite, noch als Relicte erhalten können. Wie *P. patens* Mill. im Großen sich dem directen Einfluss feuchter Winde zu entziehen sucht und sich vor diesen schützt, so verhält sie sich zur nächsten Umgebung des Standortes selbst. Es ist im E des Hahnhofschen Plateaus, sowie in SE-Livland kaum ein trockener Kiefernwald oder sandiger Haideboden, in dem nicht diese Zierde unserer Flora mit ihren Prachtglocken den Frühling einläutete. So oft und so viel ich sie beobachtet habe, so habe ich sie nur an östlichen Hängen oder dort in ebenem Terrain, wo ein dichter Waldschutz gegen SW sich fand, angetroffen.

Zu den bereits bekannten und erkannten Thatsachen und Erfahrungen über den Einfluss der herrschenden Windrichtung auf gewisse Erscheinungen und Vorgänge im Pflanzenleben sind, wie im Voranstehenden gezeigt, noch neue gewonnen worden, die sich teils auf vegetative Vorgänge, teils auf Verbreitung und Ausbreitung von Pflanzen und teils auf Erzeugung von Erdkrustenbildungen, sofern ihre Entstehung auf vegetabilischen Ursprung zurückgeführt werden kann, beziehen. Wir haben demnach nicht nur in der geneigten Achsenhaltung der Bäume, in den von

niederen Gewächsen zuerst befallenen der Einwirkung des Windes exponierten Substraten und anderen Erscheinungen ein gewisses Kriterium, um die local herrschende Windrichtung auch aus solchen Factoren ableiten zu können, sondern auch in dem Verwachsen, insbesondere von stehenden, und in dem seitlichen Ausweichen von fließenden Gewässern, in dem Überziehen von sterilen Hügelabhängen mit einer hygrophilen Flora und in den Standortsverhältnissen von ausgeprägten subborealen Florenelementen. Aus der Summe aller dieser Beobachtungen lässt sich, ebenso wie aus den phänologischen Beobachtungen für die mittlere Temperatur eines Ortes auch eine Anschauung für die mittlere Windrichtung eines Ortes schaffen. Wie für die meisten Orte des Ostbalticums alle diese Erscheinungen mit der SW-Windrichtung zusammenfallen, werden anderenorts dieselben Erscheinungen mit herrschenden Winden aus anderer Richtung übereinstimmen.
